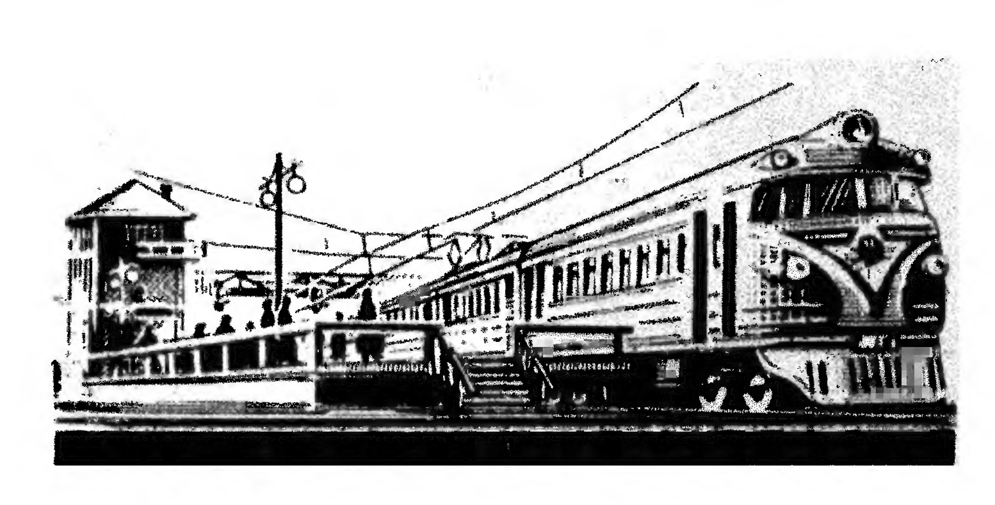
Л. С. Голынчик, С. И. Дмитриев,
В. Л. Дуненков, Д. М. Лупкин.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА



1959

Л. С. ГОЛЫНЧИК, С. И. ДМИТРИЕВ,
В. Л. ДУНЕНКОВ, Д. М. ЛУПКИН

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ТРАНСПОРТНОЕ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
Москва 1959

В книге описан уход за тяговыми двигателями и вспомогательными машинами при эксплуатации электрических локомотивов, дана технология пропиточного и среднего ремонта электрических машин электроподвижного состава, приведены приспособления, применяемые при ремонте.

Книга рассчитана на широкий круг работников электротягового хозяйства.

Редактор инж. *Д. В. ЯКОВЛЕВ*

Голынчик Леонид Степанович, *Дмитриев* Степан Иванович, *Дуненков* Владимир Леонидович, *Лупкин* Дмитрий Михайлович

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Обложка художника *Г. П. Казаковцева*

Технический редактор *Е. Н. Боброва* Корректор *Т. И. Шалимова*

Сдано в набор 26/I 1959 г. Подписано к печати 3/IV 1959 г.

Формат бумаги $60 \times 92^1/_{16}$. Печатных листов $14^1/_4$ (1 вкл.), бум. листов $7^1/_8$ учётно-изд. листов 15,12. Тираж 10 000 Т04133. ЖДИЗ 55300. Зак. тип. 1178

Цена 5 р. 30 к. Переплет 1 руб.

ТРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ. Москва, Басманный туп., 6а

1-я типография Трансжелдориздата МПС. Москва, Б. Переяславская, 46.

ОТ АВТОРОВ

Контрольными цифрами развития народного хозяйства СССР на 1959—1965 гг., принятыми XXI съездом КПСС, намечено к 1965 г. перевести на электрическую тягу 20 000 *км* железных дорог. В связи с этим резко возрастет парк электровозов и моторных вагонов и расширится ремонтная база.

Для улучшения использования электроподвижного состава важное значение имеет внедрение передовой технологии и правильной организации ремонта электрических машин, а также своевременный уход за ними в эксплуатации. Статистика показывает, что несмотря на проведение ряда оздоровительных мер на долю тяговых двигателей все еще приходится до 40% неисправностей электроподвижного состава.

Для повышения качества ремонта электрических машин большое внимание должно быть уделено подготовке кадров квалифицированных рабочих и усвоению ими правильных приемов работы при ремонте, проверке и испытании машин после ремонта.

В настоящей книге описаны основные методы обслуживания и ремонта электрических машин электроподвижного состава, применяемые в передовых электродепо сети.

Авторы надеются, что книга поможет рабочим, бригадирам и мастерам электромашинных цехов, а также машинистам и их помощникам ознакомиться с правильной эксплуатацией, технологией ремонта и контрольными испытаниями электрических машин и с некоторыми приспособлениями и приборами, которые при этом применяются. В некоторой мере она может быть полезной и для работников тепловозного хозяйства.

Все замечания и пожелания по книге будут с благодарностью приняты; просьба направлять их по адресу: Москва, Б-174, Басманный тупик, 6а, Трансжелдориздат.

ГЛАВА I

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЯГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ МАШИН

Для увеличения пробегов между ремонтами и повышения надежности работы тяговых двигателей и вспомогательных машин огромное значение имеет технически грамотная их эксплуатация.

Выбор наиболее рационального режима ведения поезда, своевременный и квалифицированный уход за электрическими машинами, особенно в зимнее время, позволяют увеличить пробег электрического подвижного состава между плановыми ремонтами или даже заменить крупный ремонт более мелким.

1. ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА ВЕДЕНИЯ ПОЕЗДА НА СОСТОЯНИЕ ТЯГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Режим ведения поезда оказывает существенное влияние на работу тяговых двигателей. Правильным ведением поезда машинист может в значительной степени сократить число неисправностей тяговых двигателей, продлив тем самым межремонтный пробег электровоза или моторвагонных секций.

Для обеспечения правильного режима ведения поезда локомотивная бригада обязана внимательно наблюдать за показаниями контрольно-измерительных приборов, расположенных на пульте управления. При разгоне и следовании электровоза с поездом машинист не должен допускать срабатывания защиты и отключения тяговых двигателей. Срабатывание защиты свидетельствует о значительной перегрузке двигателей, которая может привести к перегреву обмотки якоря и ее изоляции, а также к перегреву коллектора и, как следствие, к пробою изоляции и выплавлению петушков.

Нерасчетливое использование режима низкой скорости вращения вентиляторов на электровозах и закрытое положение лопастей жалюзи форкамер вентиляторов могут также вызвать перегрев перечисленных частей двигателя, особенно на участках с затяжными подъемами.

Боксование колесных пар приводит к ослаблению, а иногда и обрыву металлических бандажей якорей, вызывает ослабление крепления секций в пазах сердечников якорей, а следовательно, к нарушению целости изоляции обмотки. На поверхности коллектора при боксовании возникает сильное искрение, переходящее в круговой

огонь и приводящее к оплавлению коллекторных пластин и петушков. В отдельных случаях круговой огонь заканчивается перебросом электрической дуги на бандажи якоря, сердечники катушек полюсов, стальные нажимные конусы коллектора и корпус двигателя, т. е. происходит короткое замыкание питающей сети на «землю» с серьезными последствиями.

Борьба с боксованием должна осуществляться совершенствованием конструкции подвижного состава и систематическим повышением мастерства машинистов. Существенную помощь в предотвращении боксования могут оказать работники служб пути и вагонной; они не должны допускать появления масляных пятен и торфяной пыли на рельсах.

При рекуперативном торможении во избежание случаев переброса дуги по коллектору, когда напряжение в контактной сети превышает 3 900 *в*, следует своевременно изменить режим или прекратить рекуперативное торможение и перейти на пневматическое.

2. УХОД ЗА ТЯГОВЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ ПРИ РАБОТЕ В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ

Зимние условия работы тягового двигателя значительно отличаются от летних. С одной стороны, понижение температуры окружающей среды улучшает условия охлаждения тягового двигателя, что позволяет значительно увеличить потребляемый двигателем ток, а следовательно, и развиваемую мощность. С другой стороны, внутрь тягового двигателя попадает снег, изоляция отсыревает и, как следствие, понижается ее электрическая прочность; в отдельных случаях изоляция пробивается.

Для защиты изоляции электрических машин от снега в тяговых двигателях, в машинном отделении и в воздухопроводах уплотняют все щели и отверстия, через которые может попасть снег. Тяговые двигатели защищают как со стороны притока охлаждающего воздуха, так и со стороны выхода его через отверстия в остове и подшипниковых щитах. Снег через эти отверстия может попасть внутрь корпуса двигателя электровоза или электросекции во время снегопада или метели, особенно при неработающих вентиляторах (у электровозов).

Во избежание попадания снега у тяговых двигателей на нижние вентиляционные отверстия в остове и подшипниковых щитах ставятся заглушки, уплотняются мешковиной жалюзи в кузове электровоза или электросекции и устраняются все неплотности в вентиляционных отверстиях. На выходных отверстиях двигателя часто применяют специальные щитки (хлопушки), которые при отсутствии вентиляции (во время стоянки) опускаются под действием собственного веса и закрывают их.

Опыт показывает, что при сильных метелях и снегопадах, а также после стоянок в корпусах, удаленных от вентилятора тяговых

двигателей, скапливается снег. Для удаления его целесообразно включать высокую скорость вентиляторов.

Серьезную опасность представляет собой образование инея и обледенение коллектора при резком повышении температуры окружающего воздуха, например при постановке электровоза в депо в зимнее время. Для предупреждения образования на коллекторе инея и льда перед постановкой электровоза в депо следует при заторможенном локомотиве и включенной вентиляции пропустить через тяговые двигатели в течение 10—15 *мин* ток примерно 100—120 *а* при соответствующем положении рукоятки контроллера машиниста. Лед на коллекторе иногда достигает толщины нескольких миллиметров. В этом случае при трогании с места ломаются щетки и возникает круговой огонь. Поэтому при резких изменениях температуры необходимо перед троганием локомотива осмотреть коллекторы машин.

При сильном понижении температуры на длительных стоянках щетки могут примерзнуть к корпусу щеткодержателя, поэтому зимой щетки на электрических машинах должны применяться просушенными и смазанными тонким слоем смазки МВП.

Учитывая, что температурный коэффициент у меди больше, чем у щеток, рекомендуется в зимнее время увеличивать зазор между щеткой и щеткодержателем на 0,2—0,3 *мм* по ширине щетки и на 0,6—0,7 *мм* по длине.

Если в результате измерений установлено резкое уменьшение сопротивления изоляции обмоток тяговых двигателей, то следует просушить двигатели, пропуская через них ток низкого напряжения примерно $0{,}5I_ч$ при предварительно заторможенном локомотиве.

После продолжительной стоянки локомотива для предотвращения затягивания волокон подбивки под вкладыши моторно-осевых подшипников рекомендуется перед троганием с места заливать в подшипники подогретую смазку.

Во время длительных отстоев электровозов и электросекций (в запасе) необходимо систематически проверять состояние пайки бандажей для своевременного обнаружения «оловянной чумы». При низких температурах изменяется структура олова с потерей его механических свойств, что называется «оловянной чумой». При этом олово приобретает серый цвет и переходит в порошкообразное состояние. При температурах от +4 до —18°С процесс происходит медленно, а при температурах ниже —40°С — очень быстро.

Наличие «оловянной чумы» может быть обнаружено по изменению цвета пайки бандажей или механической проверкой. При легком прикосновении твердым предметом к месту пайки от него отделяются слои лака вместе с порошкообразным оловом серого цвета. Обнаруженная «оловянная чума» может быть устранена только перепайкой бандажей. Отмеченное явление наблюдается только у олова с содержанием свинца менее 1,5—2%. Поэтому во избежание «оловянной чумы» следует применять оловянно-свинцовые припои с содержанием свинца не менее 3—4%.

3. ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЙ ОСМОТР ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

Для предупреждения возможных неисправностей электрических машин поездные и комплексные бригады во время эксплуатации должны систематически осматривать электрооборудование электровозов и электросекций, обращая особое внимание на тяговые двигатели и вспомогательные машины. В случае обнаружения каких-либо мелких дефектов они обязаны устранять их своими силами.

Довольно часто у тяговых двигателей наблюдается круговой огонь, переходящий в переброс электрической дуги с коллектора на заземленные части по причинам механического характера (вибрация щеток, биение коллектора и др.). Круговой огонь возникает также в результате значительного нарушения токосъема и наличия проводящих мостиков. Возникновению кругового огня вследствие нарушения токосъема предшествуют сильные электрические разряды между щеткой и выходящими из-под нее коллекторными пластинами. При определенных условиях эти разряды (элементарные электрические дуги), поддерживаемые напряжением между смежными коллекторными пластинами, переходят в круговой огонь. Условием возникновения кругового огня по этой причине является вполне определенное соотношение между током, потребляемым двигателем, напряжением на коллекторе и скоростью вращения.

При появлении кругового огня, связанном с наличием проводящих мостиков из щеточной пыли и осколков щеток в канавках между коллекторными пластинами, при определенной величине напряжения между смежными коллекторными пластинами, замкнутыми между собой такими мостиками, возникает так называемая единичная вспышка. Если ток в таких единичных вспышках достигает величины примерно 1 000—2 000 *а*, то они перебрасываются на соседние коллекторные пластины и заземленные части двигателя. Наблюдениями, проведенными при испытании тяговых двигателей ДК-103 на заводе МЭМРЗ, установлено, что большинство случаев возникновения кругового огня происходит при наличии проводящих мостиков.

Таким образом, для предупреждения частых круговых огней на тяговых двигателях прежде всего необходимо содержать в исправном состоянии коллектор и щетки.

Для того чтобы обеспечить исправную работу машины и своевременно предупредить возможные повреждения, необходимо производить осмотр тяговых двигателей на электровозах не реже чем через 3—4 дня, а на электросекциях — через 1—2 дня. При осмотре проверяют состояние рабочей поверхности коллектора, изоляторов, щеткодержателей, щеток, изоляцию проводов и прочность их крепления; при этом часто обнаруживают расколотые или чрезмерно изношенные щетки, что может получиться от сильного или слабого нажатия пальца щеткодержателя, а также при выработке гнезд щеткодержателей и недопустимом биении коллектора. В этом случае

необходимо сменить щетку и устранить дефекты, вызвавшие ее неисправную работу.

При обнаружении переброса дуги по изолятору его необходимо протереть чистой тряпкой. Ослабшие провода в остове туго подвязываются к скобам.

При закрытии коллекторных люков следует обращать внимание на исправность замков и прокладок.

Вспомогательные машины надо осматривать ежедневно. Если во время работы было отключение защиты, то эти машины следует осмотреть при первой же возможности.

4. РЕМОНТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН ПРИ ПЕРИОДИЧЕСКОМ РЕМОНТЕ ЛОКОМОТИВА

В связи с тем, что малый и большой периодический ремонты в части ухода за электрическими машинами ничем не отличаются, ниже будет рассмотрен периодический ремонт вообще без подразделений.

Основное назначение периодического ремонта электроподвижного состава заключается в осуществлении технического контроля за состоянием и работой основных узлов локомотива и необходимого профилактического обслуживания их для бесперебойной и безаварийной работы до следующего планового ремонта.

Надежная и безотказная работа тяговых двигателей зависит от своевременного предупреждения и устранения неисправностей узлов и деталей и в особенности тех, которые связаны с коммутацией тока. Поэтому при периодическом ремонте все доступные узлы и детали электрических машин подвергаются тщательному осмотру и проверке. Осмотр тяговых двигателей начинают с открывания верхних и нижних смотровых коллекторных люков, при этом их проверяют на плотность и надежность закрытия и в случае необходимости исправляют уплотнения и замки.

Мегомметром на напряжение 2 500 *в* проверяется сопротивление изоляции якоря и катушек полюсов высоковольтных машин, которое должно быть не менее 1,5 *мгом*[1].

Если при осмотре коллектора будут обнаружены оплавленные места от перебросов дуги или от кругового огня, их зачищают мелкой стеклянной бумагой или стеклянным полотном. Затем проверяют состояние поверхности изоляции между коллекторными пластинами и, если необходимо, делают продорожку. Устранять выработку коллектора напильником запрещается. При выработке коллектора выше нормы или плоском подгаре и потере по этой причине коллектором цилиндрической формы, восстановить которую шлифовкой невозможно, необходимо произвести его обточку. В настоящее время для этого применяют приспособления, разработанные в депо Новосибирск Томской дороги.

---

[1] Описание мегомметра см. в главе II.

Подобные приспособления для обточки коллекторов тяговых двигателей и вспомогательных машин представлены на рис. 1 и 2.

При периодическом ремонте осматривают щеткодержатели, проверяют нажатие на щетки, состояние гибких шунтов, щеток, а также прочность крепления кронштейнов к корпусам. Особое внимание при этом следует обращать на прочность крепления верхнего щеткодержателя, так как в случае излома он упадет на коллектор и может задрать его поверхность.

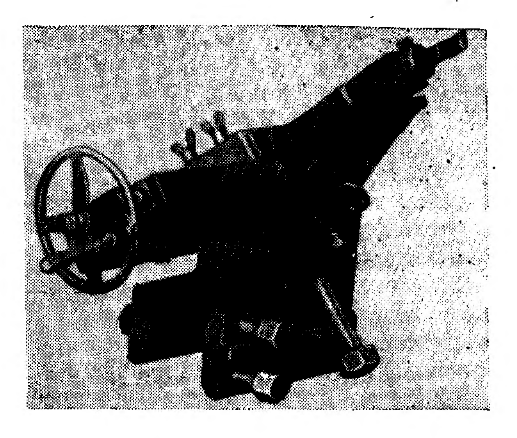


Рис. 1. Приспособление для обточки коллекторов тяговых двигателей под электровозом

Все щеткодержатели, имеющие трещины в корпусах или неисправный нажимной механизм, а также щетки, изношенные по высоте, ширине и длине более нормы и расколотые, заменяются. При этом одновременно заменяются все щетки данного щеткодержателя. При установке новых щеток их тщательно притирают по окружности коллектора. Зазор между щеткодержателем и щеткой по ее ширине должен быть не более 0,35 *мм*, а по длине — не более 1 *мм*. Превышение указанных размеров приводит к ненормальной работе щетки.

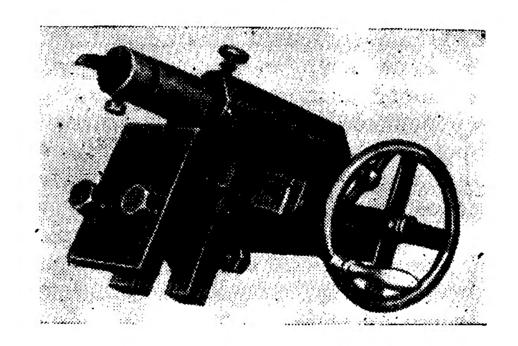


Рис. 2. Приспособление для обточки коллекторов вспомогательных машин на электровозе

Давление щеток на коллектор для тяговых двигателей должно быть в пределах для ДПЭ-400 3—4 *кг*, ДПЭ-340 2,5—3,5 *кг*, ДК-103 2—2,5 *кг*, ДПИ-150 3—4 *кг*. Увеличение давления щеток вызывает интенсивный износ коллектора, а значительное уменьшение — подпрыгивание щеток, особенно на рельсовых стыках, вследствие чего ухудшается их работа. Высота щетки для двигателей ДПЭ-340 и ДПЭ-400 не должна быть менее 35 *мм*, а у ДК-103 — 30 *мм*.

Минимальный зазор между петушками коллектора и щеткодержателями при крайнем положении якоря в сторону щеткодержателя не должен быть меньше 3,5 *мм*. Расстояние от рабочей поверхности

коллектора до корпуса щеткодержателя должно быть в пределах 4—6 *мм*.

Тщательно проверяют состояние кронштейнов щеткодержателей, а также их крепление к остову тягового двигателя. Изоляторы протирают сухой ветошью, имеющиеся на них закопченные места промывают бензином. Если на изоляторах обнаружена трещина или повреждение глазури по длине более $^1/_5$ части, их следует заменить. Глазурь, поврежденную на длине не более $^1/_5$ части изолятора, можно закрасить эмалью 1201. В том случае, когда от небольшого усилия руки изолятор проворачивается, его необходимо сменить или уплотнить. Для того чтобы сменить или уплотнить изолятор на месте, отвязывают от скоб остова провода, присоединенные к кронштейну, отвертывают болты кронштейна и осторожно снимают изолятор, не перегибая чрезмерно проводов и не допуская перекручивания жил. На посадочную поверхность пальца кронштейна под изолятор подклеивают на глифталевом лаке гибкий миканит, и изолятор в нагретом состоянии туго насаживают на палец. Нагрев желательно производить в печи. Перед насадкой на палец изолятор необходимо тщательно протереть чистой ветошью.

При насадке изолятора обращают внимание на то, чтобы он был короче наружной части пальца ие менее чем на 0,5 *мм*. Во избежание попадания влаги в изоляцию пальца образующийся зазор заливается компаундной массой. Кронштейн нужно устанавливать на место осторожно, чтобы не повредить изоляцию проводов. После того как он будет установлен и закреплен болтами, провода в остове прикрепляют к скобам.

В доступных для осмотра местах осматривают изоляцию катушек полюсов и бандажи якоря, проверяют нижний зазор между якорем и полюсом, который должен быть не менее допускаемого правилами ремонта. Особенно тщательно проверяют все соединительные провода внутри электрических машин, а также наконечники и состояние жил проводов около них. Провода, имеющие более 15% надорванных жил, заменяют или перепаивают их наконечники.

Все провода внутри электрических машин, имеющие хотя бы незначительное ослабление, необходимо прочно закрепить шпагатом или подтяжкой болтов у металлических скоб. Крепление проводов киперной лентой запрещается, так как ее механическая прочность недостаточна.

При повреждении оплетки и слоя резиновой изоляции проводов допускается восстановление ее лентой из натуральной резины и лакоткани. Общая толщина накладываемых слоев изоляции должна быть не менее толщины основной изоляции.

Проверяют состояние миканитового конуса коллектора. Подгоревшие и поврежденные места изоляции зачищают. Если поверхность миканитового конуса не имеет глянца, то на ней скапливается пыль, что приводит к перебросам дуги. Поэтому поврежденную глянцевую поверхность необходимо промыть бензином и восстановить, покрасив ее эмалью 1201.

Осматривают заднюю нажимную шайбу якоря или проверяют остукиванием ее через отверстия в подшипниковом щите, чтобы убедиться, что миканит не выступает и отсутствует ослабление фланца. Проверяется крепление главных и дополнительных полюсов, а также состояние компаундной массы на головках болтов. Осматривают выводные концы из остовов тяговых двигателей и закрепляют их так, чтобы они не задевали за бандажи колесных пар.

Все это относится и к вспомогательным машинам. Кроме того, при осмотре вспомогательных машин проверяют крепление их к балкам кузова или фундаментам, состояние подводящих проводов и сварных швов фундаментов и каркасов.

Сопротивление изоляции вспомогательных машин измеряют мегомметром на 2500 *в*, кроме генератора управления, для которого применяется мегомметр на 500 *в*. Сопротивление изоляции не должно быть ниже 1,5 *мгом*, а у генератора управления — 0,5 *мгом*.

Число оборванных жил у гибких шунтов щеток допускается не более 25% от общего количества.

В связи с тем что вспомогательные машины имеют одностороннее вращение, зазор между щеткой и корпусом щеткодержателя по ширине щетки может быть допущен несколько больший, чем для тяговых двигателей.

Для уменьшения износа коллекторов на все вспомогательные машины устанавливают щетки марки ЭГ-2 или ЭГ-2А; давление щеток на коллектор должно быть в пределах установленных норм. В отдельных случаях давление щеток на коллектор можно несколько уменьшать. С этой целью для каждой вспомогательной электрической машины рекомендуется находить низший предел давления, при котором щетки не подпрыгивают на коллекторе.

5. УХОД ЗА КОЛЛЕКТОРОМ И ЩЕТКАМИ

Работа щеточного аппарата и состояние коллектора оказывают большое влияние на работу электрических машин, в частности на их коммутацию. Проблема коммутации в сущности сводится к проблеме подвода или съема щетками тока с вращающегося коллектора. Следует отметить, что электрические машины электровозов и моторвагонных секций спроектированы и построены так, что при работе с номинальной мощностью и при номинальном напряжении коммутация протекает без искрения или с искрением допустимой интенсивности, не вызывающим порчи рабочей поверхности коллектора. Кроме того, для хорошей работы щеток необходимы еще и такие условия: незначительный износ коллектора, наличие равномерного глянца на поверхности коллектора, минимальные электрические и механические потери, длительная служба щеток. Нормальные условия эксплуатации, правильная установка щеткодержателей, обеспечение воздушных зазоров между дополнительными полюсами и якорем и между сердечниками дополнительных полюсов и станиной,

предусмотренные нормами, имеют решающее значение для хорошей работы щеток.

Возникающее в процессе эксплуатации искрение в большинстве случаев является следствием нарушения состояния контакта между коллектором и щеткой, повреждения обмотки якоря, загрязнения поверхности коллектора, а также нарушения магнитной симметрии машины.

Состояние контакта щетка—коллектор зависит от многих факторов. Прежде всего на него сильно влияет качество зеркала щеток и поверхности коллектора. Как бы хорошо ни были подогнаны щетки, поверхности коллектора и зеркала щетки не имеют строгого совпадения по кривой: из-за игры щеток в щеткодержателе кривизна зеркала щетки и поверхности коллектора получается различной. Контактные дуги щетки и коллектора меняются также с изменением температуры, так как материалы их имеют различные температурные коэффициенты расширения. Иногда по этой причине машина искрит в холодном состоянии и не искрит в нагретом.

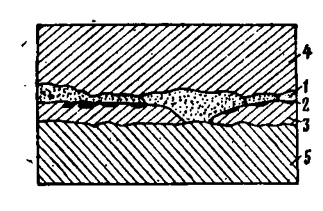


Рис. 3. Контактная пленка коллектора:

1 — свободные частицы графита и окиси меди, заполняющие неровности коллектора; 2 — графитная пленка; 3 — оксидная пленка; 4 — щетка; 5 — медь коллектора

Контакт между щеткой и коллектором представляет собой ряд передвигающихся точечных контактов с очень большой плотностью тока в этих точках. При вращении коллектора происходит истирание щеток и самого коллектора с образованием угольной и медной пыли. При этом частицы меди втираются в зеркало щетки, а частицы угля — в пластины коллектора. Кроме того, перенос меди происходит и под действием электролиза. При длительной работе, если правильно подобраны щетки, поверхность коллектора полируется. На ней образуется поверхностная контактная пленка, которая очень хорошо влияет на коммутацию. Пленка состоит из окиси меди, графитных частиц, втертых в неровиости коллектора, и др. На рис. 3 показано строение пленки.

Выше уже отмечалось, что даже при самой тщательной шлифовке и подгонке щеток их поверхность не бывает идеально гладкой, а имеет бугристую форму. На воздухе медь коллектора окисляется. В известных пределах это окисление благоприятно влияет на коммутацию, так как при этом уменьшается трение. Вредно лишь чрезмерное окисление до степени вытравления или разъедания коллектора. Хорошая, плотная контактная пленка образуется в результате длительной работы машины при достаточных плотностях тока под щетками. При малых нагрузках пленка не образуется, а даже разрушается старая, и обнажается медь коллектора. В этом случае мельчайшие частицы меди врезаются в щетку и при дальнейшей работе царапают коллектор, образуя борозды. Такое же явление наблюдается при подгонке щеток грубой стеклянной бумагой,

Таблица 1

Признак нарушения коммутации	Причина нарушения	Способ устранения нарушения
Искрение	Плохо обработанная поверхность коллектора	Отшлифовать коллектор
	Выступание миканита	Продорожить коллектор
	Загрязнение коллектора	Промыть спиртом и протереть
	Неправильное положение щеток	Установить правильно щетки
	Неравномерное давление на щетки у одного щеткодержателя	Выравнять давление
	Игра щеток в щеткодержателе	Заменить щеткодержатели
	Высокое сопротивление в местах припайки проводников обмотки якоря к коллекторным пластинам, выплавление припоя, обрыв проводников обмотки	Отремонтировать якорь
	Обрыв щеточного шунта	Заменить щетку или щеткодержатель
	Витковое замыкание в цепи обмотки возбуждения или якоря	Отремонтировать якорь или обмотку возбуждения
	Масло на коллекторе или абразивная пыль в воздухе	Промыть коллектор спиртом и протереть. Улучшить фильтрацию воздуха и уплотнить люки
	Перегрузка	Изменить режим ведения поезда
Разъедание или подгар зеркала щеток	Неправильное положение щеток	Установить щетки на нейтрали
	Искрение	См. «Искрение»
Быстрый износ щеток	Неровная поверхность коллектора	Обточить коллектор
	Неправильное нажатие на щетки	Отрегулировать величину нажатия на щетки
	Низкое качество щеток	Заменить щетки
	Тугая посадка щеток	Подогнать щетки по гнездам
	Слабая посадка щеток в гнезде	Заменить щеткодержатель
	Дрожание щеткодержателей (у вспомогательных машин)	Закрепить щеткодержатель

Продолжение

Признак нарушения коммутации	Причина нарушения	Способ устранения нарушения
Перегрев щеток	Вкрапливание меди в зеркало щетки	Заменить щетки, отполировать коллектор (см. «Омеднение щеток»)
	Перегрузка	Устраиить перегрузку
	Плохая подгонка щеток	Притереть щетки
	Абразивная пыль иа коллекторе	Промыть коллектор (см. «Искрение»)
	Неправильный сорт щеток	Заменить сорт щеток
	Слабая посадка щеток в гиезде	Заменить щеткодержатель
Омеднеиие щеток	Плохо обработаиная поверхиость коллектора	Отшлифовать и отполировать коллектор
	Выступаиие микаиита между пластииами	Продорожить коллектор
	Неправильный сорт щеток	Заменить сорт щеток
Круговой огонь	Загрязнение коллектора	Промыть и прочистить коллектор
	Большая перегрузка	Выясиить причину перегрузки и устранить ее
	Завышеиное напряжение между пластинами	Не допускать высоких иапряжений при рекуперации
	Излом щеток	Устраиить вибрацию щеток
	Пробой изоляционных промежутков	Протереть изоляциониые части (изоляторы кроиштейнов, коиус, прочистить продорожку)
	Сильное искреиие	См. «Искрение»
Дрожание и шум щеток	Неудовлетворительное состояние поверхности коллектора	Проточить коллектор
	Слабая посадка щеток в гнезде	Замеиить щеткодержатель
	Неправильный сорт щеток	Замеиить сорт щеток
Борозды и задиры на поверхности коллектора	Искрение	См. «Искреиие»
	Посторонние включеиия в зеркало щеток (медь, песок)	См. «Омеднение»
	Перегрев щеток	См. «Перегрев щеток»

Продолжение

Признак нарушения коммутации	Причина нарушения	Способ устранения нарушения
Подгар пластин	Искрение Круговой огонь Обрыв обмотки	См. «Искрение» См. «Круговой огонь» Отремонтировать якорь
Изменение цвета коллектора	Высокая температура Атмосферные условия Неправильный сорт щеток	См. «Перегрев щеток» Устранить вредные пары Заменить сорт щеток
Быстрый износ коллектора при темной поверхности	Подгорание Сильное искрение	См. «Подгар пластин» См. «Искрение»
Быстрый износ коллектора при светлой поверхности	Посторонние включения в зеркало щеток Неправильный сорт щеток	См. «Омеднение щеток» Заменить сорт щеток

так как частицы стекла втираются в зеркало щетки и затем царапают поверхность коллектора. Частая шлифовка коллектора стеклянной бумагой приводит к удалению контактной пленки и ухудшению коммутации. Поэтому к шлифовке коллектора следует прибегать лишь при сильном загрязнении его или после кругового огня.

Цвет контактной пленки бывает различный: от светло-коричневого до темно-коричневого. На нее оказывают вредное действие перегрев коллектора, некоторые газы, нарушение нормальной коммутации, применение марок щеток, не соответствующих условиям работы, и изменение давления на щетки.

При смене щеткодержателей в процессе эксплуатации необходимо обращать особое внимание на точную установку щеток. Все щетки должны лежать на одной прямой, строго параллельной к коллекторной пластине. Смещения щеток от этой линии вызывают резкое нарушение процесса коммутации. Особенно сильно это сказывается у двигателей ДК-103.

В процессе эксплуатации электрических машин при сильном загрязнении коллектора приходится прибегать к его шлифовке. Шлифовку коллектора следует производить тонкой стеклянной бумагой. Для этого изготовляют специальную деревянную колодку с закруглением по радиусу коллектора. Поверхность закругления покрывают войлочной прокладкой, поверх которой наклеивают стеклянную бумагу. Лучше производить шлифовку, вращая двигатель, присоединив его к источнику тока низкого напряжения. Для этого колесная пара с подшипниками качения приподнимается двумя домкратами, установленными под буксы. У электровозов с подшип-

никами скольжения колесная пара приподнимается при помощи приспособления, применяемого при обточке бандажей без выкатки колесных пар. Пониженное напряжение подается непосредственно на зажимы двигателя в соответствии с силовой схемой. Шлифовальная колодка имеет изолированную ручку, а рабочий, шлифующий коллектор, должен работать в резиновых перчатках. После шлифовки коллектор полируют дубовым бруском, прижимаемым торцом к поверхности коллектора, и двигатель продувают сжатым воздухом давлением 2—3 *атм.* Хорошо действует на состояние поверхности коллектора протирка его брезентом, при которой удаляются масляные пятна, подгары и пыль.

В табл. 1 приведены основные признаки и причины нарушения коммутации, а также указаны способы их устранения.

6. СМАЗКА ПОДШИПНИКОВ

При передвижении одного твердого тела по другому для преодоления сопротивления требуется приложить некоторое усилие. Это сопротивление движению вызывается трением, возникновение которого можно объяснить следующим образом.

Любая поверхность как бы хорошо она ни была обработана, имеет неровности, которые при движении одной поверхности по другой цепляются друг за друга и создают сопротивление движению. Чем лучше обработаны поверхности, тем меньше сила сопротивления. Современная техника позволяет обрабатывать поверхности так, что неровности имеют высоту не более нескольких сотых долей микрона. При такой обработке сила трения получается незначительной, но на смену ей приходят другие силы — силы молекулярного сцепления (между молекулами соприкасающихся тел), величина которых во много раз превышает силу трения. Таким образом, выполнение особо точных, доводочных работ не дает желаемых результатов и поэтому их применяют сравнительно редко. Чаще обработку трущихся деталей заканчивают шлифовкой их на станке, при которой неровность поверхности получается примерно в несколько микрон. Для снижения же силы трения применяют смазку, которую вводят между трущимися частями в виде тонкого слоя.

Смазка разделяет трущиеся поверхности и заменяет трение двух твердых тел друг о друга трением внутри слоя жидкости, которое во много раз меньше.

В 1883 г. известный русский ученый Н. П. Петров доказал, что при вращении вала в подшипнике с применением смазки трение происходит не между металлическими поверхностями, а между слоями жидкости, причем эти слои полностью подчиняются законам гидродинамики. Эта теория получила название гидродинамической теории смазки.

Далее Петров установил, что с повышением скорости вращения вала и увеличением вязкости масла толщина его слоя между валом и подшипником увеличивается, и сила трения падает. Но, с другой

стороны, применение масел большой вязкости (при неизменной толщине слоя смазки) приводит к увеличению силы трения. Поэтому при подборе масел для смазки того или иного узла проводится большое число опытов, которыми определяется сорт масла, создающий минимальную силу трения в подшипнике. При этом учитывают рабочую температуру тела, так как с ее повышением вязкость масла падает. Подобранный таким образом сорт масла является обязательным для применения. Использование масел других сортов может привести к ухудшению условий смазки, выплавлению подшипников и задиру шеек вала. Кроме своего основного назначения — снижения трения скольжения, — смазка предохраняет подшипники и шейки вала от коррозии, улучшает систему уплотнения подшипниковой камеры благодаря заполнению зазора между крышкой и подшипниковым щитом, уменьшает шум и способствует плавной работе подшипника за счет заполнения зазоров между его деталями и крышками подшипниковой камеры (для подшипников качения).

Смазка подшипников должна быть устойчивой при больших нагрузках и скоростях и должна сохранять свои смазочные свойства при нормальных температурах в подшипниковой камере как в процессе работы, так и после длительного перерыва. Смазка не должна содержать механических и химических веществ, действующих разрушающе на материал деталей подшипников.

Кроме смазки, для уменьшения силы трения в подшипниках внутреннюю его поверхность покрывают слоем металла с низким коэффициентом трения (антифрикционным сплавом) или трение скольжения заменяется трением качения.

Применение одной из этих мер без соответствующей смазки не дает желаемых результатов, так как тогда возникает сухое трение, которое даже у антифрикционных сплавов имеет значительную величину и вызывает расплавление металла подшипника. В подшипниках качения всегда наблюдается трение скольжения между роликами и сепаратором.

Давление, оказываемое роликами на сепаратор, невелико, но вследствие большой относительной скорости перемещения роликов и сепаратора между ними возникает значительное трение скольжения, которое при отсутствии или недостатке смазки приводит к преждевременному выходу подшипников из строя.

Если сепаратор изготовлен из бронзы, то при работе подшипника без смазки перемычки сепаратора интенсивно изнашиваются. При их износе образуется бронзовая пыль, которая накатывается на ролики в виде пленки. По мере истирания перемычек толщина пленки увеличивается и происходит заклинивание роликов.

Трение скольжения возникает также между поверхностями ролика и беговой дорожкой вследствие упругой деформации поверхности качения при действии нагрузки, с которой ролики прижимаются к беговым дорожкам. Следует учитывать, что ролики и беговые дорожки не являются идеально гладкими, а имеют мельчайшие выступы, шероховатости и неровности. При качении роликов эти

выступы и неровности сминаются, в результате чего возникает трение скольжения, приводящее к ускоренному износу подшипника. Трение скольжения возникает также между поверхностью буртов и роликами.

Для снижения трения скольжения и износа деталей роликовых (шариковых) подшипников применяется смазка. Для смазки роликовых подшипников используются преимущественно смазки густой консистенции. Они изготовляются на маслах минерального и растительного происхождения. Преимуществом этих смазок является то, что они сравнительно хорошо удерживаются на рабочих поверхностях и меньше вытекают из подшипниковых щитов, а поэтому могут длительно работать без вскрытия крышек (1,5—2 года). На железнодорожном транспорте для подшипников электрических машин применяются следующие смазки.

Солидол марки Т — мазь, состоящая из очищенного минерального масла, загущенного кальциевыми мылами жирных кислот. Недостатком его является то, что он разжижается при работе, вытекает через лабиринтовые уплотнения и не уплотняет крышек.

Консталин — смазка из очищенного минерального масла, загущенного натриевыми мылами жирных кислот. Он гигроскопичен. Впитанная влага разжижает смазку и вызывает появление ржавчины. Консалин нередко образует твердую пленку на роликах, которая может привести к заклиниванию подшипника.

Смазка 1-13 УТВ состоит из минерального масла, загущенного натриево-кальциевыми мылами касторового масла. Она широко применяется для смазки подшипников качения электрических машин электроподвижного состава, так как обеспечивает хорошую смазку рабочих поверхностей, не разжижается, не вызывает ржавления и хорошо уплотняет подшипник.

Основные данные смазки 1-13: цвет от светло-желтого до темно-коричневого; температура каплепадения не ниже +120°С; содержание воды не более 0,2%, свободных щелочей не более 0,2%; свободные кислоты и механические примеси отсутствуют.

Для смазки подшипников качения смазку 1-13 закладывают в подшипниковый щит и крышку; ею также заполняют пространство между роликами и сепаратором. Обычно полную смену смазки производят при плановых ремонтах с разборкой двигателя. В эксплуатации смазку добавляют периодически через 25—30 тыс. *км* пробега локомотива по 200—300 *г* на каждый подшипник тягового двигателя и 50—60 *г* на подшипник вспомогательных машин. Добавление смазки производится при помощи пресс-масленок с различными наконечниками.

Следует отметить, что чрезмерное количество смазки так же опасно, как и ее недостаток. При чрезмерной смазке подшипник перегревается из-за увеличения сопротивления вращению. Кроме того, смазка выдавливается внутрь корпуса машины через лабиринтовые уплотнения.

ГЛАВА II

МЕТОДЫ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ РЕМОНТЕ

1. ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ОБМОТОК

Для нормальной работы электрической машины ее токоведущие части должны быть хорошо изолированы от корпуса и между собой (например катушки параллельной и последовательной обмоток).

В процессе эксплуатации машин свойства изоляции обмоток ухудшаются за счет попадания влаги и пыли в ее поры, механических повреждений, пробоев при перенапряжении и т. д. Качество изоляции обмоток характеризуется механической целостностью, соответствием чертежным размерам, величиной сопротивления, способностью выдерживать испытательное напряжение. Состояние изоляции периодически проверяется.

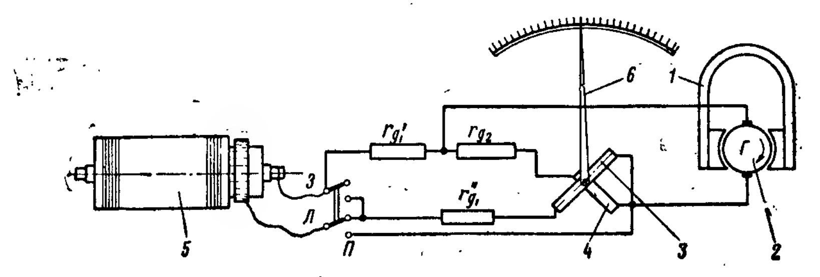


Рис. 4. Принципиальная схема мегомметра:

1 — постоянный магнит; *2* — ротор магнето; *3* — подвижная система индуктора; *4* — обмотки подвижной системы; *5* — якорь электрической машины; *6* — стрелка

Механическая целостность и соответствие чертежным размерам устанавливаются при внешнем осмотре и обмере частей обмотки, при этом не требуется применения каких-либо специальных приборов.

Величина сопротивления изоляции обмотки измеряется в мегомах (10^6 *ом*) или килоомах (10^3 *ом*) и определяется мегомметром. Мегомметр представляет собой генератор постоянного или переменного тока высокого напряжения (до 2 500 *в*), якорь которого приводится во вращение вручную через зубчатую передачу. На рис. 4 представлена принципиальная схема мегомметра. Между полюсами постоян-

ного магнита *1* расположен якорь *2* с обмоткой *4*. При вращении якоря его проводники пересекают магнитные силовые линии, вследствие чего в обмотке индуктируется э. д. с.

Щетки генератора соединены через постоянные добавочные сопротивления $r'_{д_1}$, $r''_{д_1}$ и $r_{д_2}$ и катушки *3* и *4* мегомметра с зажимами *З* и *Л*. Зажим *З* соединен с корпусом двигателя или валом якоря *5*, а зажим *Л* — с токоведущими частями двигателя. Переключатель *П* служит для изменения пределов измерения. В положении, указанном на рис. 4, мегомметр измеряет сопротивление изоляции в мегомах. Во втором положении переключателя стрелка *6* указывает сопротивление изоляции в килоомах. Электрическая схема мегомметра составлена таким образом, что показание его мало зависит от напряжения генератора, т. е. от скорости вращения ручки прибора. Обычно при измерениях ручку мегомметра необходимо вращать со скоростью 80—100 *об/мин*. Перед началом измерения следует проверить надежность соединения с корпусом (проверить «землю»). Для этого проводником, присоединенным к зажиму *Л*, касаются корпуса двигателя. Прибор при этом должен показывать сопротивление изоляции, равное нулю. Если же он показывает хотя бы небольшое сопротивление, то следует тщательно проверить контакты. Затем один из проводников отключают от корпуса и соединяют с токоведущей частью машины. Переключатель пределов измерения перед началом измерений ставят в положение «мегом». Вращая ручку прибора, производят по шкале отсчет величины сопротивления изоляции. Если она окажется близкой к нулю, то для более точного измерения следует переключить переключатель на «килоом» и повторить измерение.

Нашей промышленностью выпускается несколько типов мегомметров на различное напряжение. Наиболее распространены мегомметры на напряжение 500, 1 000 и 2 500 *в*. Изоляцию машины с рабочим напряжением до 100 *в* следует испытывать мегомметром на 500 *в*, так как при применении приборов с напряжением 1 000 *в* и более можно пробить изоляцию.

При работе с мегомметром необходимо соблюдать правила техники безопасности. По окончании проверки проводники, идущие от прибора, следует замкнуть между собой, так как обмотка якоря или катушек обладает значительной емкостью и при хорошей изоляции сохраняет длительное время заряд. Если же коснуться голыми руками заряженной обмотки, то может произойти поражение током.

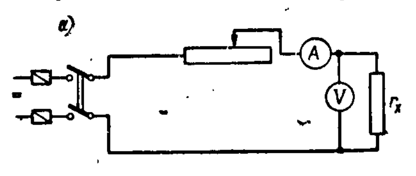
Испытание электрической прочности изоляции высоким напряжением производят на испытательной станции.

2. ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ОБМОТОК

Измерение сопротивления обмоток является одной из ответственных операций при дефектировке машин; от правильности замеров в большой степени зависит объем работы при ремонте. В зависимости

от величины сопротивления обмоток применяется тот или иной способ измерения. Измерение средних сопротивлений (100—0,5 *ом*) производится способом амперметра-вольтметра или одинарным мостом. Измерение малых сопротивлений (менее 0,5 *ом*) осуществляется способом амперметра-милливольтметра или двойным мостом.

Измерение сопротивлений способом амперметра-вольтметра. При этом способе измерения могут быть применены две схемы. В случае, если сопротивление испытуемой обмотки меньше сопротивления вольтметра в 100 и менее раз, применяется схема, показанная на рис. 5, *а*, если же оно больше в 100 и более раз, то применяется схема рис. 5, *б*.



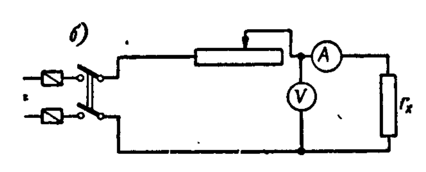


Рис. 5. Схема измерения сопротивлений по методу амперметра-вольтметра

Сопротивление вольтметра можно определить по данным самого прибора. Так, на шкале вольтметра указываются пределы измерения в вольтах и ток в миллиамперах при максимальном показании прибора. Например, имеется вольтметр типа М-45 на 150 *в*. На шкале указано: 7,5 *ма*. Это значит, что при напряжении 150 *в* через прибор протекает ток 7,5 *ма*. Следовательно, сопротивление прибора равно

$$R = \frac{150}{0{,}0075} = 20\,000 \text{ ом}.$$

Разница между схемами рис. 5, *а* и *б* заключается в следующем. При применении схемы рис. 5, *а* амперметр измеряет, помимо тока, протекающего по измеряемому сопротивлению, еще ток, протекающий через вольтметр. Искомое сопротивление будет равно

$$r_x = \frac{U_в}{I_а - \frac{U_в}{r_в}},$$

где $U_в$ — показание вольтметра;

$I_а$ — показание амперметра;

$r_в$ — сопротивление вольтметра.

Во втором случае вольтметр измеряет падение напряжения на искомом сопротивлении и на сопротивлении амперметра. Искомое сопротивление будет равно

$$r_x = \frac{U_в}{I_а} - r_а,$$

где $r_а$ — сопротивление амперметра.

Для измерения сопротивления обмоток этим способом в цехе необходимо иметь щит управления вольтодобавочной машиной испытательной станции (см. главу XII). На щите монтируются регулировочный реостат цепи возбуждения вольтодобавочной машины, вольтметр, амперметр и зажимы для подключения измеряемых сопротивлений. Для получения точных результатов измерения необходимо использовать приборы класса точности 0,5 или, в крайнем случае, класса 1. Так как щитовые приборы этих классов точности встречаются редко, то целесообразно пользоваться лабораторными

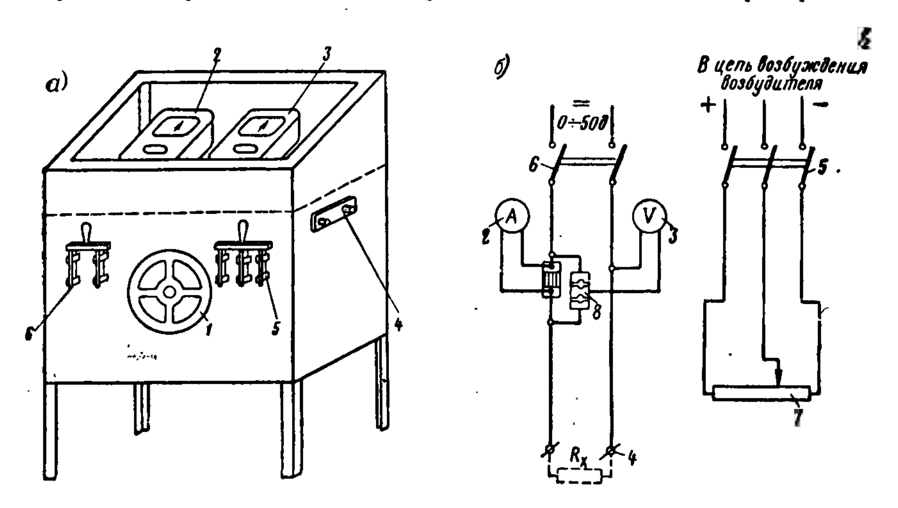


Рис. 6. Пульт для измерения сопротивления обмоток по методу амперметра-вольтметра:

а — общий вид; *б* — принципиальная схема. *1* — маховик потенциометра; *2* — амперметр; *3* — вольтметр; *4* — выводные зажимы; *5* — трехполюсный переключатель; *6* — двухполюсный переключатель; *7* — потенциометр для регулировки напряжения возбудителя; *8* — магазинный переключатель

настольными приборами. На рис. 6 приведен общий вид пульта, рассчитанного на применение настольных приборов, и его принципиальная схема. Напряжение регулируется реостатом, смонтированным внутри пульта. Наружу выведена ось, на которую насажен маховик *1*; амперметр *2* и вольтметр *3* расположены в верхней части пульта и закрываются крышкой со стеклом. На боковой стенке смонтированы два зажима *4* для подключения измеряемого сопротивления. Переключатель *8* служит для перехода с одной схемы измерения на другую. Для уменьшения погрешности рекомендуется предварительно измерить сопротивление соединительных проводов и в дальнейшем вводить поправку.

При измерении сопротивлений необходимо пропускать через него ток около 40% номинального. Замер производится сразу после включения, чтобы сопротивление не успело нагреться при прохождении тока, и повторяется три раза при различных его значениях.

Окончательное значение измеряемого сопротивления будет равно среднеарифметическому значению трех измерений.

В качестве измерительных приборов можно рекомендовать миллиамперметр типа М-45 с набором шунтов и вольтметр типа М-45 с различными пределами измерения.

Измерение средних сопротивлений одинарным мостом.

Одинарный мост состоит из трех магазинов сопротивлений; r, r_1 и r_2, которые вместе с измеряемым сопротивлением r_x образуют замкнутый четырехугольник *АБВГ* (рис. 7), в одну из диагоналей которого включается гальванометр, в другую — гальванический элемент. Сопротивления r, r_1 и r_2 можно подобрать так, чтобы ток через гальванометр не протекал, и тогда

$$U_{АБ} = U_{АГ}, \text{ или } I_1 r_1 = I_3 r_x;$$
$$U_{БВ} = U_{ГВ}, \text{ или } I_2 r_2 = I_4 r.$$

Учитывая, что

$$I_1 = I_2 \text{ и } I_3 = I_4,$$

получаем

$$r_x = r\frac{r_1}{r_2}.$$

Обычно отношение $r_1 : r_2$ остается постоянным при принятых пределах измерения, а изменяют только сопротивление r.

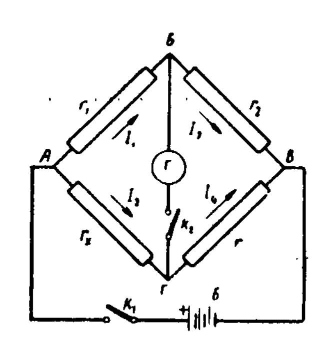


Рис. 7. Принципиальная схема моста Витстона

Наибольшее распространение получил универсальный мост типа УМВ-49. Он представляет собой портативный прибор, смонтированный в деревянном ящике вместе с гальванометром и батареей сухих элементов. На панели размещены зажимы для присоединения измеряемого сопротивления и в случае необходимости наружного гальванометра и наружной батареи. Универсальный мост может быть использован, помимо измерения сопротивления, для ряда других работ. При измерении сопротивлений от 1 до 100 000 *ом* точность измерения не ниже 1%, при сопротивлениях менее 1 *ом* точность измерения значительно уменьшается.

Измерение сопротивлений при помощи универсального моста производится в следующем порядке. Начало и конец обмотки гибкими проводниками соединяются с зажимами моста, обозначенными R_x. Переключатель пределов измерения устанавливают на соответствующий предел, а курбели — на величину ожидаемого сопротивления. Затем, нажимая на кнопку «грубо» и поворачивая курбель, устанавливают стрелку гальванометра на нуль. Нажатием кнопки

«точно» производят окончательную установку стрелки на нуль. Записывается величина по указателям курбелей декад. Отключив проводники от обмотки, соединяют их концы вместе и измеряют сопротивление проводов и контактов описанным выше способом. Затем вычитают из результата ранее сделанного замера сопротивление проводов и получают истинное значение сопротивления обмотки.

При измерении сопротивления обмотки якоря проводники, идущие от прибора, подсоединяют к коллектору, предварительно подсчитав число изоляционных промежутков N между пластинами, к которым присоединены эти проводники. В табл. 2 приведены формулы, по которым подсчитывается величина N для различных типов обмотки якоря.

Таблица 2

Тип обмотки якоря	Число коллекторных пластин K	Шаг обмотки по коллектору $y_к$	Число промежутков между пластинами N
Петлевая, волновая	Четное	Четный или нечетный	$\frac{K}{2}$
Волновая	Нечетное	Четный	$\frac{y_к}{2}$
»	»	Нечетный	$\frac{K \pm y_к}{2}$
Петлевая с уравнительными соединениями	»	»	$\frac{K - p}{2p}$ p — число пар полюсов

В табл. 3 приведены подсчитанные по этим формулам значения N для различных типов машин.

Описанным выше способом производится измерение сопротивления обмотки якоря, которое повторяется три раза.

Среднеарифметическое значение трех измерений и будет искомым сопротивлением.

Измерение малых сопротивлений способом амперметра-милливольтметра. При измерении малых сопротивлений необходимо считаться с переходным сопротивлением контактов (примерно 10^{-5}—10^{-3} *ом*), не говоря уже о сопротивлении проводов. Под переходным сопротивлением контактов подразумевается сопротивление, оказываемое току в местах соединения проводников. Эти переходные сопротивления зависят от величины поверхности соприкосновения, ее состояния (гладкая, шероховатая, чистая, окисленная, загрязненная и т. п.), от силы нажатия и т. д.

Таблица 3

Тип машины	Тип обмотки якоря	Число коллекторных пластин K	Шаг обмотки $y_к$	Число промежутков между пластинами N	Между какими пластинами производится измерение
ДПЭ-340	Волновая	341	170	85	1—86
ДПЭ-400	»	285	142	71	1—72
ДК-103	»	301	150	75	1—76
ДК-401:					
сторона мотора	»	359	179	90	1—91
сторона генератора	Петлевая с уравнительными соединениями	255	1	42	1—43
ДК-406А	Волновая	273	136	68	1—69
ДК-402А, ДК-403А, ДК-404А, ДК-601Б	»	315	157	79	1—80
ДК-405	»	107	53	27	1—28
ЭК-15	»	257	128	64	1—65

Поэтому описанные выше способы измерения непригодны, так как они не исключают величины переходного сопротивления.

Наибольшее распространение получил способ амперметра-милливольтметра с применением потенциальных зажимов (рис. 8). Особенность этого способа заключается в том, что прибор, измеряющий падение напряжения на сопротивлении (милливольтметр), включается не на токовые зажимы сопротивления, а рядом с ними. Этим исключается падение напряжения на переходном сопротивлении.

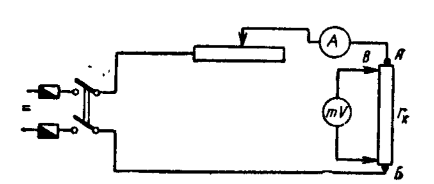


Рис. 8. Схема измерения малых сопротивлений по методу амперметра-милливольтметра

Практически этот способ измерения отличается от описанного выше способа амперметра-вольтметра тем, что милливольтметр подключается при помощи щупов непосредственно к сопротивлению рядом с точками присоединения токоподводящих проводов.

Нашей промышленностью выпускаются милливольтметры высокой чувствительности (до 5—10 *мв*), позволяющие производить измерения с точностью 10^{-4}—10^{-3} *ом* в обычных деповских условиях. К таким приборам относятся милливольтметры типов М-15, М-16 и др. Для измерения этим способом может быть использован пульт, приведенный на рис. 6.

Для измерения малых сопротивлений применяется также способ двойного моста, который дает те же результаты, что и способ амперметра-милливольтметра.

3. ПРОВЕРКА ОБМОТОК ЯКОРЕЙ НА ВИТКОВОЕ ЗАМЫКАНИЕ

Выявление замыкания седлообразным трансформатором. На рис. 9 показана принципиальная схема установки для проверки обмотки якорей на витковое замыка-

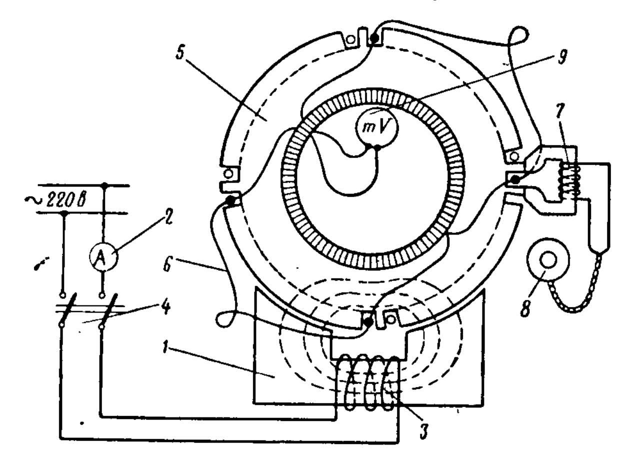


Рис. 9. Принципиальная схема установки для проверки на витковое замыкание обмотки якоря:

1 — сердечник магнита; 2 — амперметр на 5 а; 3 — катушка электромагнита; 4 — сетевой рубильник; 5 — сердечник якоря; 6 — секция обмотки якоря; 7 — измерительная катушка с сердечником; 8 — телефон; 9 — миллнвольтметр или амперметр

ние, а на рис. 10 — ее конструктивное выполнение для тяговых двигателей ДК-103 и ДПИ-150. Сердечник якоря замыкает магнитную систему *1* испытательного трансформатора (см. рис. 9). Катушка трансформатора намотана из провода марки ПБД, сечением 25 *мм*² и имеет 300—350 витков. Трансформатор подключается к сети переменного тока напряжением 220 *в*. Вторичной обмоткой трансформатора являются витки обмотки якоря, находящиеся в промежутке между его стержнями. При протекании тока через катушку трансформатора в витках обмотки якоря индуктируется э. д. с., которая при наличии виткового замыкания в какой-либо секции в этой части якоря вызывает появление в ней тока значительной величины.

Обнаружить короткозамкнутую секцию можно одним из следующих приемов.

1. При помощи телефона и трансформатора с подковообразным сердечником (см. рис. 9). В случае виткового замыкания магнитный поток короткозамкнутой секции проходит через сердечник

трансформатора и в телефоне слышен треск. Этот способ очень чувствителен даже к неполным витковым замыканиям.

Сердечник измерительной катушки изготовляется из мягкой стали. На него надеваются звуковые катушки от наушников с большим числом витков (6—8 тыс); катушки соединяются последовательно и к их выводам подключается телефон (телефонная трубка или обычные радионаушники). Для получения наибольшей чувствительности прибора необходимо обеспечить плотное прилегание торцов стержней к наружной поверхности зубцов железа якоря. Для этого торцы стержней обрабатываются по радиусу, равному половине диаметра якоря, а места соприкосновения торцов зубцов с сердечником зачищаются от лака.

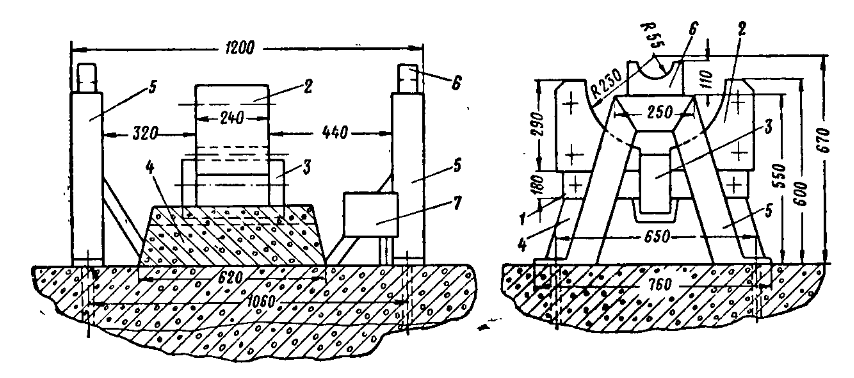


Рис. 10. Установка для проверки якорей тяговых двигателей ДК-103 и ДПИ-150 на витковое замыкание:

1 — сердечник трансформатора; *2* — башмаки сердечника; *3* — катушка; *4* — основание электромагнита; *5* — стойки; *6* — подшипники; *7* — пускатель

2. По амперметру, подключаемому при помощи щупов к двум соседним коллекторным пластинам. Если при наложении щупов и включении трансформатора в сеть амперметр дает показание, то витковое замыкание отсутствует. Если же стрелка прибора не отклоняется, то между данными коллекторными пластинами имеется короткое замыкание или обрыв витка. Определить характер повреждения можно по величине тока в первичной цепи: при короткозамкнутой секции ток в первичной цепи увеличивается.

3. По прилипанию металлической пластинки к зубцам якоря. Этот способ дает удовлетворительный результат только при глухих витковых замыканиях, так как для такого прилипания требуется довольно сильный магнитный поток короткозамкнутой секции.

4. По наличию напряжения между двумя соседними коллекторными пластинами. В этом случае применяют милливольтметр электродинамической системы с различными пределами измерения. Прибор подключается через щупы к соседним коллекторным пластинам. По величине э. д. с., индуктированной в секции, судят о наличии виткового замыкания. Для получения более точных результатов

необходимо чаще поворачивать якорь, чтобы проводники секции при измерении находились по возможности в одинаковых магнитных условиях. Прибор включается на такие пределы измерения, чтобы при проверке исправных якорей отклонение стрелки было примерно на $^2/_3$ шкалы. Так как проверка этим способом основана на сравнении показаний прибора, то можно использовать любой милливольтметр (например на 75 *мв*) с одним пределом измерения. Пределы измерения могут быть расширены применением добавочных сопротивлений различной величины.

Выявление замыкания по витковому падению напряжения. Описанный выше способ может быть при-

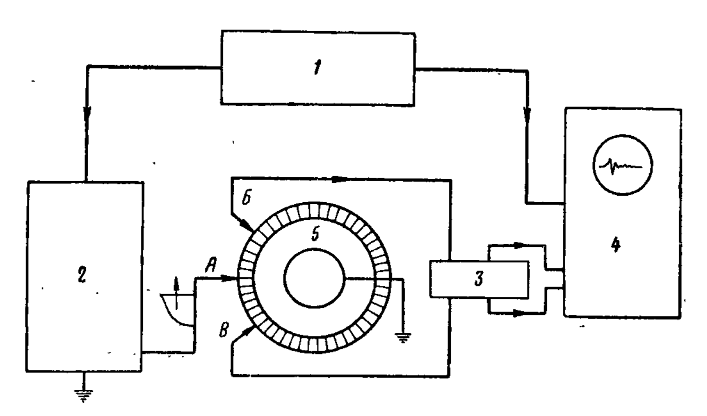


Рис. 11. Скелетная схема установки для импульсных испытаний изоляции типа ИУ-2:

1 — блок питания и выпрямитель; 2 — генератор импульсов; 3 — делитель напряжения; 4 — электронный индикатор; 5 — испытуемый якорь; *А*, *Б*, *В*, — электроды

менен для проверки обмоток с малым сопротивлением (примерно 0,1—0,05 *ом*). Якоря с бóльшим сопротивлением обмотки этим способом не проверяются, так как вследствие большого сопротивления секции в ней протекает ток незначительной величины и на него не реагируют приборы, которыми производится проверка. Поэтому обмотки якорей вспомогательных машин, имеющие большое сопротивление, проверяются по падению напряжения.

Обмотка якоря подключается к сети постоянного тока и устанавливается напряжение такой величины, чтобы через обмотку протекал ток примерно 60—80% часового тока якоря. Вольтметром с пределом измерения до 5 *в* измеряется падение напряжения в обмотке между соседними коллекторными пластинами при помощи щупа. При исправном состоянии обмотки показания вольтметра между любыми двумя коллекторными пластинами будут различаться мало. Небольшие отклонения стрелки вольтметра или полное отсутствие отклонения свидетельствуют о наличии короткозамкнутого витка или короткого замыкания между коллекторными пластинами.

Практически эта работа выполняется с применением того же пульта, что и при измерении сопротивления обмоток способом вольтметра-амперметра. Схема подключения якоря та же.

Выявление замыкания приборами для испытания межвитковой изоляции импульсным напряжением. Витковая изоляция тяговых электрических машин выполняется с учетом возможности появления в эксплуатации атмосферных и коммутационных перенапряжений, которые возникают при грозовых разрядах вблизи контактной сети и при отключении быстродействующих автоматов. Величина возникающих при этом межвитковых напряжений обмотки якоря колеблется в пределах от 100 до 500 *в*. Описанные выше способы проверки качества межвитковой изоляции не позволяют создать такой величины виткового падения напряжения и, следовательно, ряд дефектов изоляции остается необнаруженным.

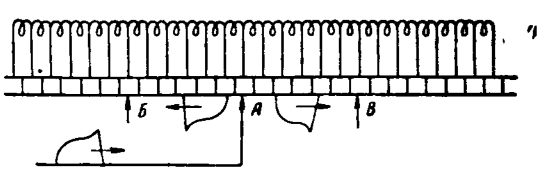


Рис. 12. Схема распределения волн по обмотке якоря

Для своевременного обнаружения дефектов в межвитковой изоляции Всесоюзным научно-исследовательским институтом железнодорожного транспорта (ЦНИИ) создано несколько типов приборов для импульсных испытаний витковой изоляции. Наиболее хорошие результаты дает применение стационарной установки типа ИУ-2 ЦНИИ.



а) *б*) *в*) *г*)

Рис. 13. Форма кривой на экране индикатора при замыкании витков в различных пунктах обмотки:

а — обмотка исправна; *б* — замыкание на участке *АБ*; *в* — замыкание на участке *АВ*; *г* — замыкание за пределами участка *БАВ*

На рис. 11 показана скелетная схема этой установки. Она представляет собой прибор, состоящий из блока питания и выпрямителя высокого напряжения, генератора импульсов напряжением примерно 500 *в* и электронного индикатора с емкостным делителем напряжения.

Принцип работы установки заключается в следующем. На коллекторе испытуемого якоря устанавливается электрод *А*, соединенный с выходом генератора импульсов. На равном расстоянии по обе

стороны от него устанавливаются два других электрода *Б* и *В*, соединенных через делитель напряжения с отклоняющей системой электронного индикатора. При подаче импульса на обмотку через

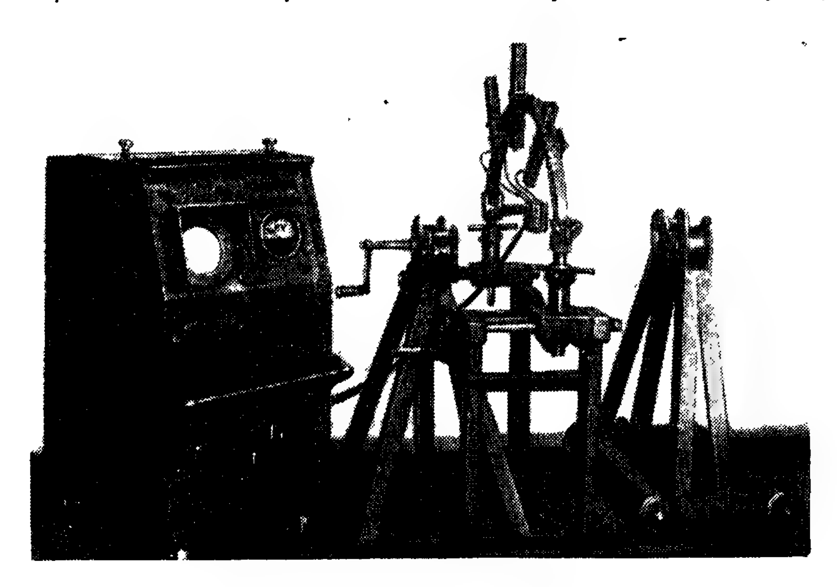


Рис. 14. Общий вид установки ИУ-2 ЦНИИ

электрод *А* по обеим параллельным ветвям его будут распространяться волны высокого напряжения (рис. 12). Если сопротивления

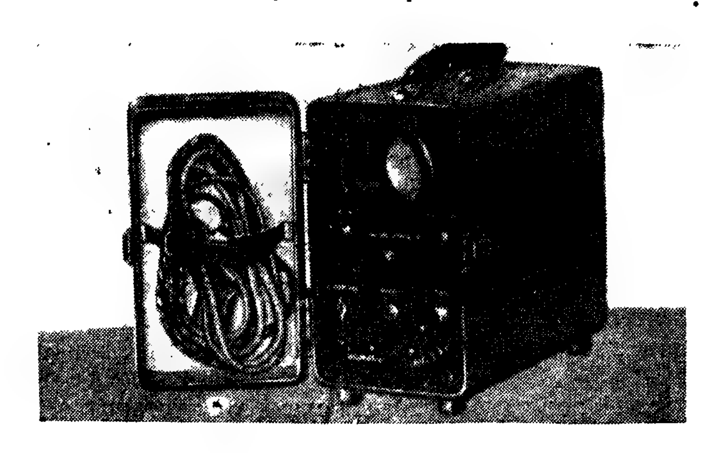


Рис. 15. Прибор для испытания межвитковой изоляции типов ИВ-3 ЦНИИ

ветвей одинаковы, то эти две волны достигнут электродов *Б* и *В* одновременно. На экране осциллографа будет видна прямая линия (рис. 13, *а*).

Если сопротивления ветвей неодинаковы, что будет иметь место при витковом замыкании или обрыве в одной из них, то на экране будет видна кривая линия (рис. 13, *б* и *в*).

Если же нарушение симметрии обмотки происходит за пределами участка *БАВ*, то на экране будет видна кривая, аналогичная кривой рис. 13, *г*.

Передвигая электроды вдоль окружности коллектора, можно определить с достаточной степенью точности места повреждения витковой изоляции.

На рис. 14 представлен общий вид установки ИУ-2 ЦНИИ. Следует отметить, что при помощи этой установки можно определить также наличие обрывов в обмотке якоря и мест замыкания на корпус. Учитывая, что установки снабжаются подробной инструкцией по их эксплуатации, методы определения этих дефектов не описываются.

Кроме стационарной установки, ЦНИИ создал несколько типов переносных установок типов ИВ-3 ЦНИИ (рис. 15) и ИВ-4 ЦНИИ. Эти установки позволяют проводить аналогичные испытания электрических машин как на подвижном составе, так и в ремонтном цехе депо.

4. КОНТРОЛЬ ВЛАЖНОСТИ ИЗОЛЯЦИИ ПО МЕТОДУ «ЕМКОСТЬ-ЧАСТОТА»

Для оценки степени влажности изоляции и глубины проникания влаги в изоляцию применяют метод «емкость-частота». Он основан на изменении отношения $\frac{C_2}{C_{50}}$ при увлажнении изоляции. Здесь C_2 — емкость обмотки при частоте 2 *гц*, а C_{50} — при 50 *гц*. Для измерения емкости используют аппарат типа ПКВ.

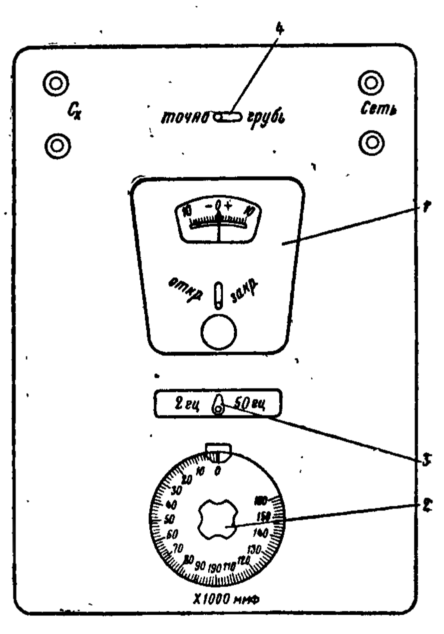


Рис. 16. Передняя панель аппарата ПКВ:

1 — измерительный прибор; *2* — ручка настройки; *3* — переключатель частот; *4* — ключ гальванометра

На рис. 16 представлена передняя панель прибора. Испытуемый объект подключают к зажимам C_x. Через поляризованное реле производится заряд емкости изоляции, которая затем разряжается на цепь с измерительным прибором *1*. В аппарате применен нулевой метод отсчета, который заключается в том, что при помощи поворота

ручки *2* добиваются нулевого показания измерительного прибора. Значение емкости, указанное на лимбе ручки *2*, будет являться искомой емкостью при данной частоте. Измерение осуществляется дважды: при частотах 2 и 50 *гц*. Переключение частот производится рукояткой *3*. При измерении емкостей больше 50—70 тыс. пикафарад (*пф*) рекомендуется уменьшить чувствительность гальванометра ключом *4*.

Пределы измерения аппарата ПКВ от 3 до 100 тыс. *пф*. Емкость двигателя ДПЭ-400 около 70 тыс. *пф*. Полученные результаты измерений при 2 и 50 *гц* сравнивают между собой. Если их отношение $\frac{C_2}{C_{50}}$ будет больше 1,4 при 20±5°С, то изоляцию требуется подсушить.

5. ПРОВЕРКА МЕЖВИТКОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ КАТУШЕК ПОЛЮСОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

Межвитковая изоляция катушек главных и добавочных полюсов проверяется при помощи специальных трансформаторов, изображенных схематически на рис. 17. При использовании схемы, пока-

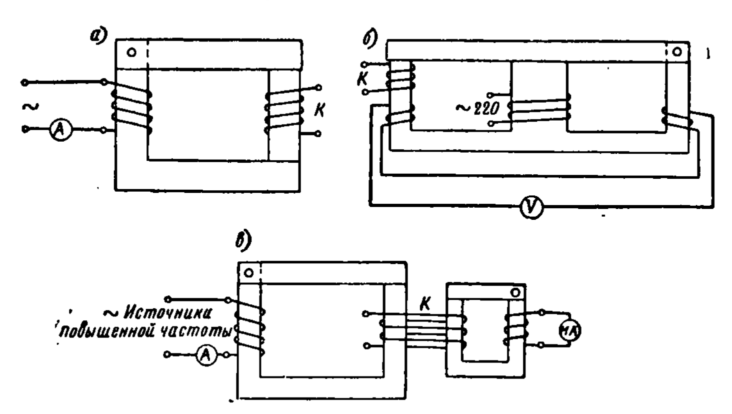


Рис. 17. Специальные трансформаторы для проверки катушек полюсов

занной на рис. 17, *а*, о наличии дефекта судят по повышенной величине тока холостого хода, измеряемого прибором *А*. Здесь *К* — испытуемая катушка.

Другой способ испытания (рис. 17, *б*) основан на том, что при отсутствии виткового замыкания в катушке *К* в обеих вспомогательных катушках, надетых на крайние стержни, при включении средней катушки в сеть 220 *в* будут индуктироваться равные и противоположно направленные э. д. с. и стрелка вольтметра не будет отклоняться.

Если же в катушке *К* имеется витковое замыкание, то в короткозамкнутом витке возникнет ток, который нарушит симметрию

магнитных потоков крайних стержней. В цепи вольтметра возникнет разность э. д. с. и стрелка прибора отклонится.

При изготовлении приспособления по схеме рис. 17, *б* следует обратить особое внимание на тщательность выполнения вспомогательных катушек. Число витков их должно быть совершенно одинаково. До надевания на сердечник испытуемой катушки при включенной средней катушке стрелку вольтметра нужно установить на нуль.

Третья схема (рис. 17, *в*) основана на явлении двойной трансформации. Если катушка *К* имеет короткозамкнутые витки, то возникающий в них ток создаст магнитный поток во втором сердечнике и через миллиамперметр потечет ток. Кроме того, по амперметру *А* можно заметить увеличение тока холостого хода. Последний метод дает наиболее точные результаты, так как почти полностью устраняется влияние емкостных связей между витками при недосушенной изоляции.

6. ПРОВЕРКА ПРАВИЛЬНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ОБМОТКИ И КАЧЕСТВА ПАЙКИ ПЕТУШКОВ

Плохая пайка отдельных секций является причиной местных перегревов и может привести к расплавлению припоя и нарушению целостности обмотки.

Одним из рациональных способов проверки качества пайки петушков коллектора является пропуск через якорь тока в 1,7—2 раза больше часового в течение 4—5 *мин* и наблюдение при этом за местом пайки соединений в петушках коллектора.

Проверка осуществляется при помощи специальной траверсы с двумя щеткодержателями, наложенными на коллектор, через которые подводится питание. По наличию чрезмерного нагрева петушков в отдельных местах или по выплавлению припоя можно судить о качестве пайки.

Рис. 18. Щуп для проверки падения напряжения между соседними коллекторными пластинами:

1 — изоляционный корпус; *2* — контактные иглы (электроды); *3* — винт для крепления игл; *4* — винт для крепления провода

Плохо пропаянные секции можно обнаружить также путем измерения падения напряжения между соседними коллекторными пластинами. Увеличение падения напряжения свидетельствует о плохой пайке. Эта проверка производится по той же схеме, что и обнаружение короткозамкнутых секций. Измерение падения напряжения между соседними коллекторными пластинами удобно производить при помощи щупа, изображенного на рис. 18.

Для якорей с различными сопротивлениями и значениями часового тока требуются разные источники питания и различные измерительные приборы. Так, для якорей тяговых двигателей и генераторов управления требуется питание от многоамперного агрегата и милливольтметр на 45 *мв*, а для якорей вспомогательных машин — источник тока с напряжением около 40—60 *в* и вольтметр на 3—6 *в*. Во избежание перегрева якоря ток при проверке не следует устанавливать более 0,6—0,7 часового значения.

При проверке качества пайки якорей вспомогательных машин можно попутно обнаружить ошибки в схеме соединения обмотки. На рис. 19, *а* показано замыкание секции на себя. В этом случае вольтметр между пластинами *3-4* и *4-5* не дает никаких показаний, а между пластинами *3-5* — обычное показание.

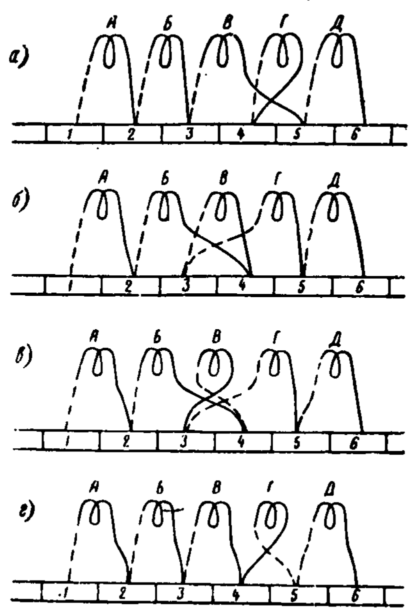


Рис. 19. Различные случаи неправильного включения обмотки

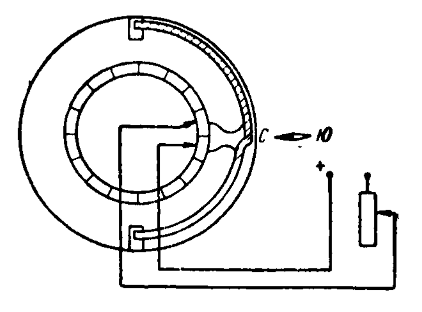


Рис. 20. Схема для обнаружения вывернутой секции

На рис. 19, *б* перепутано соединение концов секций *Б*, *В* и *Г*. На пластинах *3-4* стрелка вольтметра будет отклоняться в обратную сторону. Такой дефект довольно часто втречается у моторов компрессоров.

На рис. 19, *в* представлен случай, известный под названием «двойной крест». На пластинах *3-4* прибор дает показания другого знака, а на пластинах *2-3*, *4-5* показания будут завышенные.

На рис. 19, *г* показан дефект, который прибором определить не удается. Для обнаружения его требуется применить схему, показанную на рис. 20. От источника тока подается питание поочередно к двум соседним пластинам и компасом проверяется полярность секции. При наличии дефекта компас покажет изменение полярности секции по сравнению с соседними.

7. ПРОВЕРКА ПОЛЯРНОСТИ ПОЛЮСНЫХ КАТУШЕК

При замене в остове электрической машины хотя бы одной полюсной катушки следует проверить последовательность чередования полярности главных и дополнительных полюсов.

Полярность катушек проверяется дважды: по окончании компаундировки для нанесения маркировки выводов и после монтажа их в остове и подключения межкатушечных соединений. В обоих случаях проверка может быть произведена несколькими способами, причем магнитная система машины должна быть намагничена током не ниже 25—30% номинального.

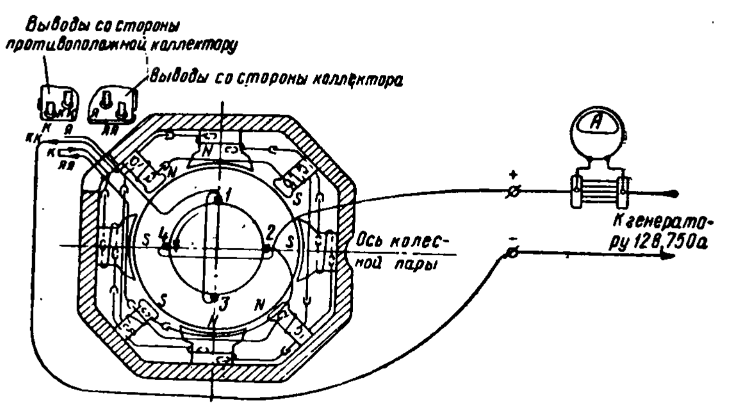


Рис. 21. Схема соединений при проверке полярности полюсов тяговых двигателей

При проверке полярности катушек они присоединяются к постороннему источнику тока, которым может быть многоамперный агрегат или возбудитель.

На рис. 21 приведена схема электрических соединений, которая собирается для проверки полярности полюсов тяговых двигателей. По аналогичной схеме проверяется и полярность полюсов вспомогательных машин.

В схеме плюс источника тока подключают к кронштейну щеткодержателя *2*, с которым соединен вывод обмотки дополнительного полюса. Выводной кабель *ЯЯ*, обмотки дополнительных полюсов соединяют с выводным кабелем *К* обмотки главных полюсов, а выводной кабель *КК* — с минусом источника тока. Полярность полюсов двигателя при таком соединении схемы показана также на рис. 21.

Самый простой способ проверки полярности заключается в использовании небольшой подвижной магнитной стрелки, которую подносят к наконечникам полюсов, обращенных к якорю. По отталкиванию или притяжению того или другого ее конца судят о полярности машины. Недостатком этого способа является то, что стрелка,

поднесенная близко к полюсу, может перемагнититься, в результате чего показания будут неверными. Поэтому пользование стрелкой требует особой аккуратности и внимания.

Для определения полярности служит также способ вспомогательной катушки; при этом применяется катушка, насаженная на деревянную ручку. Обмотка катушки выполняется любым обмоточным проводом диаметром 0,2—0,5 *мм*. Катушка может быть с железным сердечником или без него. Концы обмотки выводят наружу и посредством гибких проводников присоединяют к милливольтметру постоянного тока, имеющего нуль посередине шкалы (рис. 22).

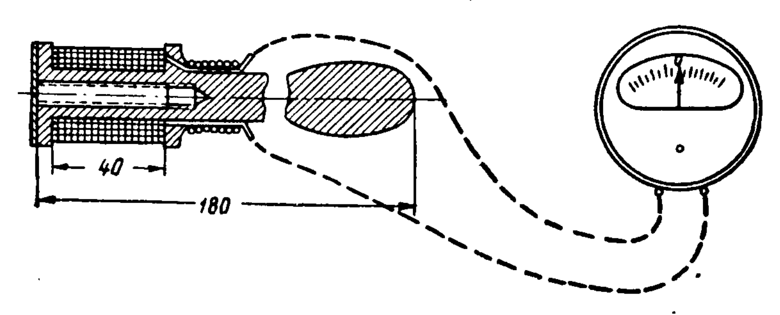


Рис. 22. Прибор для проверки полярности полюсов электрических машин

При передвижении катушки в магнитном поле какого-либо полюса и пересечении магнитных линий в обмотке ее наводится э. д. с., величина которой может быть определена милливольтметром, включенным на выводы катушки.

В качестве милливольтметра должен быть взят прибор с малым сопротивлением подвижной рамки, например амперметр типа МН со шкалой 500-0-500 *а*, 45 *мв*. При изготовлении катушки задаются числом витков и подбирают диаметр проволоки таким, чтобы сопротивление обмотки было одинаково с внутренним сопротивлением милливольтметра, которое для указанного прибора равно 2,2—2,5 *ом*. Таким сопротивлением обладает катушка, имеющая 350 витков из провода марки ПЭЛ-0,41.

При определении полярности катушку приближают к полюсу медленно, а отводят быстро, и в это время замечают направление отклонения стрелки милливольтметра. У полюсов одинаковой полярности отклонение стрелки происходит в одном направлении.

У генератора каждый дополнительный полюс должен иметь одинаковую полярность с ближайшим главным по направлению вращения, а у двигателя наоборот.

ГЛАВА III

ИЗНОС И ПОВРЕЖДЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

При работе электрических машин отдельные узлы и детали их изнашиваются. Причинами износа являются: трение одних деталей о другие; старение изоляции вследствие выделяющегося в обмотках тепла, наличия влаги в воздухе и химических реакций окисления составных элементов изоляции обмоток; механические повреждения изоляции от тряски, электродинамических усилий и температурных деформаций обмоток; плохое качество выполнения ремонта и недостаточный уход во время эксплуатации; ненормальные условия работы; усталость материала.

По своему характеру износ может быть естественный и преждевременный.

Естественный износ вызывается условиями работы узлов и деталей и физическими свойствами материалов, из которых изготовлены детали. Под естественным износом деталей понимается такой износ, который наблюдается при строгом соблюдении всех правил эксплуатации машин, например нормальный износ коллектора, щеток, подшипников, старение изоляции и т. д.

В результате многолетнего опыта эксплуатации электрического подвижного состава установлена зависимость естественного износа отдельных деталей от величины пробега и условий эксплуатации На основании этих данных и требований безаварийной работы установлены межремонтные пробеги. Совершенствование методов эксплуатации подвижного состава позволяет постоянно увеличивать межремонтные пробеги электровозов и электросекций при сохранении установленных норм допусков и износов.

Преждевременный износ объясняется резкими нарушениями условий эксплуатации, дефектами при изготовлении и ремонте машин, ненормальным увеличением электрической или механической нагрузки на отдельные узлы и детали. Примерами преждевременного износа являются расплавление подшипников при отсутствии смазки; пробой изоляции при увеличении напряжения, после значительных повышений температуры сверх установленных величин или вследствие дефектов, допущенных при изготовлеиии или наложении изоляции; задир коллектора и другие неисправности.

2. УСЛОВИЯ РАБОТЫ ИЗОЛЯЦИИ ОБМОТОК И ЕЕ ИЗНОС

Изоляция электрических машин электровозов и моторвагонных секций работает в чрезвычайно тяжелых условиях. На нее действует тепло, выделяющееся в обмотках, механические усилия, высокое напряжение, атмосферная влага и т. п., в результате изоляция стареет и теряет свои изоляционные свойства. При выделении тепла изоляция усыхает, образуются воздушные пустоты, в которые через трещины, образовавшиеся от тряски и деформации обмоток, проникает атмосферная влага, пыль, химические соединения и т. п., образуются проводящие мостики.

Под влиянием электрического поля изменяется химическое строение изоляции, что приводит к снижению ее электрической прочности, а иногда и к пробою изоляции[1].

На проводники обмотки якоря действуют также центробежные силы инерции и ускоряющие усилия; в результате этого изоляция с большими усилиями прижимается к виткам бандажей или клиньям и трется о стенки пазов. Для того чтобы изоляционный материал обмоток длительно выдерживал воздействие указанных сил, он должен обладать достаточной механической прочностью.

Тяговый двигатель при работе периодически нагревается и остывает. Материалы, из которых он изготовлен, обладают различными температурными коэффициентами линейного расширения. Поэтому изоляция подвергается истиранию при удлинении проводников обмотки, имеющих наибольший температурный коэффициент линейного расширения. Следовательно, изоляционный материал должен хорошо работать на истирание.

Несмотря на такие тяжелые условия эксплуатации, изоляция обмоток должна обеспечивать безаварийную работу машин между плановыми ремонтами. Естественный износ, который при этом имеет место, не приводит к авариям и неисправностям тяговых двигателей. Встречающиеся в практике случаи выхода тяговых двигателей из строя из-за повреждений изоляции являются следствием ее преждевременного износа.

Наиболее часто наблюдаются следующие повреждения изоляции: пробой миканитовых манжет коллектора; пробой изоляции пальцев щеткодержателей и изоляции обмоток на корпус; истирание изоляции вследствие ослабления крепления катушек полюсов и обмотки якоря; перетирание изоляции кабелей и пробой ее; механическое повреждение изоляции обмоток, вызванное попаданием в двигатель посторонних предметов; пробой изоляции отдельных проводников и образование вследствие этого короткозамкнутых контуров; обгорание изоляции передней лобовой части обмотки якоря и наружной изоляции катушек полюсов под действием пламени дуги; повреждение фарфоровых изоляторов при круговом огне; выпадание

[1] Основные электроизоляционные материалы, применяемые в тяговых электрических машинах, приведены в приложении 1.

изоляции заднего лобового соединения при плохом креплении металлического фланца.

Бóльшая часть этих неисправностей приводит к тяжелым последствиям и требует для их устранения разборки машины.

3. УСЛОВИЯ РАБОТЫ ПРОВОДНИКОВ ОБМОТКИ И ИХ ПОВРЕЖДЕНИЯ

Сечение проводников обмотки якоря и катушек главных и дополнительных полюсов из соображений экономии меди и ограничения габаритов машины выбирается минимально допустимым по максимальной плотности тока, которая в конечном счете определяет нагрев двигателя.

На проводники обмотки якоря действуют большие механические усилия, обусловленные удлинением проводников при нагреве и центробежными силами инерции самой меди, а также вибрациями проводников от ударов колесных пар на рельсовых стыках и стрелках. Кроме того, имеет место изгиб проводников из-за недостаточного натяга бандажей, плохой усадки секций в пазах якоря при ремонте и недостаточной цементирующей способности пропитывающих лаков, в частности лака № 447. Поэтому в некоторых сечениях стержней обмотки якоря возникают большие механические напряжения, достигающие 1 000 *кг/см*^{2}. Эти нагрузки имеют знакопеременный характер, и с течением времени наступает явление усталости металла, проявляющееся в виде излома стержней обмотки якоря.

Особенно часто встречается излом проводников обмотки якоря около петушков коллектора и отламывание выводных зажимов катушек дополнительных полюсов.

Другим видом повреждения токоведущих частей является выпаивание кабельных перемычек из зажимов катушек и стержней обмотки якоря из петушков коллектора. Наиболее вероятной причиной выпаивания является чрезмерная длительная перегрузка машины или недоброкачественная пайка. Круговой огонь всегда сопровождается оплавлением токоведущих частей, кабелей, пластин коллектора и щеткодержателей.

Значительное число повреждений токоведущих частей и проводников обмоток требует разборки двигателя и сложного ремонта.

4. ПОВРЕЖДЕНИЯ ОСТОВОВ И ПОДШИПНИКОВЫХ ЩИТОВ

Большинство тяговых двигателей имеет опорно-осевую подвеску, одним из недостатков которой является то, что корпус тягового двигателя жестко воспринимает толчки и удары от неровностей пути, особенно на рельсовых стыках и стрелках. Эти удары повторяются периодически, поэтому в литье корпуса двигателя возникают трещины усталости. Особенно часто трещины появляются вблизи моторно-осевых горловин и коллекторных люков. Кроме того, тре-

щины появляются вдоль образующей моторно-осевой горловины, а также в направлении от горловины остова к коллекторным люкам. У подшипниковых щитов наиболее часто возникают трещины вокруг подшипниковой камеры и радиальные, а также обламываются ушки для болтовых отверстий и кронштейны для крепления кожуха зубчатой передачи.

Трещины в остове тягового двигателя иногда достигают значительных размеров и могут быть причинами серьезных аварий. Поэтому правилами ремонта определен максимальный размер трещин, которые разрешается заваривать электросваркой. Трещины, идущие от торца моторно-осевой горловины до полюсных отверстий; трещины, вызывающие отлом более одного ушка для крепления одной шапки; трещины длиной более 600 *мм* в любой части остова; трещины у крепежных приливов остовов электромашин, подвешиваемых под кузовом вагона (ДМГ-1500/50, ДК-601 и др.), разрешается исправлять только при среднем ремонте по специальному в каждом случае указанию главного инженера депо.

При пропиточном ремонте разрешается заваривать трещины остова длиной не более 100 *мм* и не выходящие на ярмо остова или на его торцовые стенки.

Запрещен ремонт щитов со сквозными трещинам в радиальном направлении от наружной посадочной поверхности до подшипникового гнезда и щитов с отломанными кронштейнами кожуха зубчатой передачи или с трещинами не более 50% периметра у основания кронштейна.

В отдельных случаях трещины тщательно обследуются и исправляются путем заплавки или приварки заплат электросваркой.

5. ОБРЫВ КРЕПЕЖНЫХ БОЛТОВ

На болты, крепящие сердечники полюсов, кронштейны щеткодержателей и щеткодержатели, действуют силы, вызванные весом указанных деталей, ударами на стыках и стрелках и магнитным взаимодействием.

Болты полюсных сердечников, особенно у дополнительных полюсов, работают не только на растяжение, но и на изгиб; кроме того, усилия, возникающие в них, имеют знакопеременный характер и достигают значительных величин. В результате появляется усталость материала полюсных болтов. Поэтому при изготовлении их должны применяться стали, обладающие высокой прочностью и вязкостью, например хромоникелевые или углеродистые с повышенными качествами.

На работу болтов значительное влияние оказывает первоначальная затяжка их. Перетянутые болты чаще подвергаются обрыву, а слабо затянутые вызывают вибрации полюса, появление дополнительных сил, действующих на болты, и обрыв их. Поэтому при монтаже полюсов необходимо добиваться равномерной и правильной затяжки всех болтов.

Обрыв хотя бы одного болта вызывает перенапряжение остальных. В результате возможен обрыв полюса и неминуема крупная авария.

Большую опасность представляет значительное ослабление или обрыв щеткодержателей, особенно верхнего, так как при падении на коллектор он вызывает задир и оплавление коллектора.

В процессе эксплуатации контролю за состоянием крепежных болтов при осмотрах машин необходимо уделять особое внимание.

6. ПОВРЕЖДЕНИЯ ВАЛА ЯКОРЯ И ЯКОРНЫХ ПОДШИПНИКОВ

При эксплуатации бывают случаи повреждений вала и подшипников.

У валов встречаются задиры посадочных поверхностей под шестерни и подшипники, износ упорных втулок и иногда излом валов.

К неисправностям подшипников относятся износ, разрушение и образование раковин у колец подшипников и роликов.

Кроме того, довольно часто происходит обрыв заклепок и разрушение сепараторов, в результате чего заклиниваются подшипники.

Наиболее вероятными причинами излома вала являются: заклинивание колесной пары, наличие старой скрытой трещины или раковины, усталость металла, проворот шестерни или подшипниковых колец и возникший вследствие этого местный перегрев вала. Проворот шестерни в свою очередь может быть в результате большой перегрузки двигателя при заклинивании колесной пары. Другая, наиболее часто встречающаяся причина проворота,— плохое качество притирки и несоблюдение технологии насадки шестерни.

Подшипник качения является деталью, которая требует соблюдения большой точности при изготовлении, ремонте и сборке. Зазоры и натяги при его монтаже измеряются несколькими сотыми долями миллиметра. Нарушение этих величин ведет к серьезным повреждениям подшипника.

Проворачивание подшипника на валу якоря или в подшипниковом щите является следствием слабой его посадки. С другой стороны, посадка с большим натягом ведет к появлению больших напряжений в материале кольца и к разрушению его. Если же запрессована с большим натягом наружная обойма, то это вызывает уменьшение радиального зазора подшипника, повышенное нагревание его во время работы и ускоренный износ.

Образование раковин и отколов на поверхности роликов и колец объясняется наличием внутренних расслоений в металле, ударами на стыках и большими зазорами между роликами и обоймами. Отсутствие смазки, избыточное ее количество или применение смазки, не соответствующей требованиям правил эксплуатации подшипников, приводят к их перегреву и разрушению.

7. ПОВРЕЖДЕНИЯ ВЕНТИЛЯТОРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

При эксплуатации электрических машин с самовентиляцией встречаются следующие повреждения вентиляторов: разрушение литых или сварных вентиляторов, срыв заклепок клепаных вентиляторов, излом лопастей, срыв болтов, крепящих вентиляторы к шайбе якоря. Эти повреждения чаще всего вызываются плохой балансировкой вентиляторов при монтаже, низким качеством материала, наличием внутренних раковин, трещин, нарушением технологии сварочных работ при приварке лопастей, вибрацией машин, работой двигателя при разносной скорости вращения, чрезмерной затяжкой крепежных болтов, недостаточным натягом при монтаже вентилятора на шайбу якоря и другими причинами.

Следует отметить, что сравнительно незначительные сами по себе повреждения вентиляторов часто влекут за собой серьезные повреждения машины. Так, например, оторвавшиеся части вентиляторов повреждают изоляцию катушек и якоря, а при попадании между якорем и сердечниками полюсов они срывают бандажи и машина полностью выходит из строя. Поэтому предупреждение разрушения вентиляторов и постоянный контроль за их состоянием являются необходимыми при эксплуатации подвижного состава.

Повреждения вентиляторов составляют значительный процент от общего числа неисправностей электрических машин, поэтому повышению их эксплуатационных качеств уделяется большое внимание. В настоящее время на дорогах сети проходят эксплуатационные испытания двигатели с опытными конструкциями вентиляторов, в частности отлитых за одно целое с задней нажимной шайбой. Результаты этих испытаний позволят выявить наиболее надежную в работе конструкцию для двигателей с самовентиляцией.

8. НАРУШЕНИЕ КРЕПЛЕНИЯ ОБМОТКИ ЯКОРЯ

Обмотки якорей тяговых электрических машин крепятся на пазовой части проволочными бандажами или клиньями из текстолита, а на лобовых частях — всегда бандажами. Как текстолит, так и бандажная проволока являются очень прочным материалом. Однако они разрушаются при нарушении нормального режима работы машины (при разносе). При разносе двигателя чрезвычайно возрастают центробежные силы инерции, растягивающие бандажи или срезающие клинья. Под действием этих сил происходит разрушение бандажей и клиньев. В случае попадания постороннего твердого тела между поверхностями якоря и полюсов бандажи механически срываются. Если при наложении бандажей не было обеспечено требуемое натяжение бандажной проволоки, то уже при нормальной скорости вращения секции обмотки якоря под действием центробежных сил начнут выступать из пазов; в результате возможно разрушение обмотки и бандажей.

Наоборот, если очень сильно натягивать проволоку, то при скорости, равной или меньшей номинальной скорости вращения машины, также возможно разрушение бандажей от перенапряжений в материале бандажной проволоки.

Иногда разрушение бандажей может быть вызвано плохой пайкой и перегревом их во время эксплуатации.

При пайке бандажей чистым оловом возможно появление «оловянной чумы» (см. главу I).

ГЛАВА IV

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОМАШИННОГО ЦЕХА ДЕПО

1. ВИДЫ РЕМОНТА

Электровозные и моторвагонные депо производят плановый ремонт приписанного парка подвижного состава в соответствии с годовым планом подъемочного и среднего ремонта, который составляется на основании данных о пробеге подвижного состава.

Простой подвижного состава в ремонте является одним из важнейших показателей работы депо. Нормы простоя в ремонте утверждаются МПС. В настоящее время для моторвагонных секций простой в подъемочном ремонте установлен 10 суток, в среднем ремонте — 14 суток, для электровозов — соответственно 5 и 10 суток. Все цехи депо обязаны планировать свою работу в соответствии с этими общими нормами простоя. Электромашинный цех должен выдавать отремонтированные тяговые двигатели и вспомогательные машины за несколько дней до окончания ремонта подвижной единицы, с тем чтобы цех подъемочного или среднего ремонта мог начать сборку тележек и закончить ремонт данной единицы подвижного состава в срок.

В зависимости от величины пробега и характера повреждений или износа электрические машины подвергаются пропиточному, среднему или капитальному ремонту. МПС установлены следующие среднесетевые нормы пробега между ремонтами: пропиточными 200 тыс. *км*, средними 400 тыс. *км*, капитальными 800 тыс. *км*.

Иногда в эксплуатации по тем или иным причинам машины требуют проведения внеочередного ремонта по всей характеристике в зависимости от степени повреждения; например, пробой изоляции обмотки якоря, излом стержней обмотки и т. п. требуют проведения среднего или даже капитального ремонта независимо от пробега.

2. ОБЪЕМ РАБОТ ПО ВИДАМ РЕМОНТА

При ремонте электрических машин отдельные детали или узлы должны быть восстановлены так, чтобы они обеспечили безаварийную работу машины до следующего планового ремонта.

Накопленный за время эксплуатации отечественных электрифицированных железных дорог опыт позволяет конкретизировать

объем работ при каждом виде ремонта и величины указанных выше пробегов между ремонтами.

При всех видах планового ремонта производится полная разборка машин, очистка и обтирка всех деталей и их дефектировка.

Основные работы, производимые при пропиточном ремонте.

Однократная пропитка якорей электрических машин без снятия бандажей и покрытие покровным лаком.

Однократная пропитка катушек главных и дополнительных полюсов без выемки их из остова и покрытие лаком. При необходимости может быть заменена одна из катушек.

Обточка и продорожка коллектора.

Замена подшипников или внутренних подшипниковых колец (производится в зависимости от состояния последних).

Перезаливка и расточка якорных подшипников скольжения (например у мотор-компрессоров).

Механический ремонт якоря без замены вала.

Механический ремонт остова.

Ремонт щеткодержателей и кронштейнов и при необходимости замена изоляции пальцев кронштейнов.

Проверка вала якоря и колец подшипников дефектоскопом.

Ремонт подшипниковых щитов и их крышек с заваркой трещин и наплавкой посадочных мест.

Ремонт выводных концов и проверка состояния межкатушечных соединений.

Основные работы, производимые при среднем ремонте.

Двукратная пропитка якоря со снятием бандажей на лобовых частях; на пазовой же части смена бандажей или клиньев производится по необходимости. В большинстве депо до настоящего времени применяется пропитка погружением, однако значительное эффективнее применять вакуумную пропитку.

Однократная компаундировка вынутых из остова катушек с заменой покровной изоляции и поврежденных выводных концов.

Двукратная пропитка катушек до монтажа их в остове.

Покрытие покровным лаком смонтированных в остове катушек.

Механический ремонт якоря с возможной заменой вала, вентилятора, роликовых колец, упорных втулок и других деталей, не требующих смены обмотки.

Обточка и продорожка коллектора.

Механический ремонт остова и шапок моторно-осевых подшипников.

Ремонт выводных концов с заменой брезентовых чехлов.

Ремонт щеткодержателей и кронштейнов. При этом допускается замена одного комплекта.

Заварка и расточка подшипниковых щитов и их крышек.

Проверка вала якоря дефектоскопом со снятием подшипниковых

колец, а также всех других деталей, подлежащих магнитному контролю.

Перезаливка подшипников скольжения.

Замена подшипников качения (в зависимости от состояния).

Основные работы, производимые при капитальном ремонте.

Перемотка обмотки якоря с ремонтом и заменой меди секций при необходимости.

Двойная пропитка якоря (первый раз без бандажей и второй раз с бандажами). Якоря машин, имеющих двойную обмотку (делители напряжения), пропитываются три раза.

Постановка новых бандажей и клиньев.

Смена корпусной изоляции катушек и межслойной изоляции при необходимости.

Перепайка всех выводов и ремонт меди катушек в количестве двух-трех витков.

Двукратная компаундировка катушек и покрытие их лаком.

Замена части катушек новыми.

Заварка горловин остова с доведением их до чертежных размеров и восстановление резьбовых и проходных отверстий.

Частичная или полная замена подшипниковых щитов, сердечников полюсов, шапок и других деталей.

Окраска остова и подшипниковых щитов масло- и дугостойкой эмалью. Ремонт и замена при необходимости щеткодержателей и подшипников.

Ремонт якорных подшипников с расклепкой или перезаливкой.

Переборка коллектора с заменой отдельных пластин, а также при необходимости межпластинной и корпусной изоляции.

Переборка стали якоря и смена крайних нажимных листов.

Замена вентиляторов.

Ремонт выводных концов.

Замена коллектора, втулки-якоря, вала и других деталей при иеобходимости.

При всех видах ремонта обязательно производить статическую балансировку отдельных деталей якоря и динамическую балансировку якоря в целом.

Выпускаемые из ремонта электрические машины должны проходить испытания, предусмотренные инструкцией Главного управления локомотивного хозяйства МПС, и соответствовать требованиям ГОСТ 2582 на тяговые электродвигатели и вспомогательные машины, а также нормам допусков и износов, утвержденных МПС. После испытаний на стенде электрическая машина продувается и окрашивается снаружи.

3. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ЦЕХА И ГРАФИКИ РЕМОНТА

При ремонте электрического подвижного состава в депо необходимо строгое выполнение плана ремонта отдельных узлов, выполняемых различными цехами.

Исходя из этого, пропускная способность всех цехов, в том числе и электромашинного, должна быть рассчитана на выполнение ремонта в срок по графикам, составляемым с учетом норм простоя подвижного состава для каждого вида ремонта, утвержденного МПС.

Надежная работа тяговых двигателей после ремонта зависит не только от его качества, но в большой степени от того, насколько хорошо подобраны двигатели по характеристикам для данной единицы подвижного состава. Правилами ремонта допускается определенная величина расхождения диаметров колесных пар на одной и той же единице подвижного состава. Поэтому при монтаже двигателей необходимо стремиться компенсировать расхождение диаметров колесных пар соответствующим подбором тяговых двигателей по характеристикам. Для осуществления этого в электромашинном цехе всегда должен иметься запас исправных тяговых двигателей с разными скоростными характеристиками. В качестве запасных должны использоваться двигатели, прошедшие ремонт различного вида, так как нецелесообразно на единицу подвижного состава, ремонтируемую, например, подъемочным ремонтом, устанавливать двигатели после среднего или капитального ремонта.

Запас электрических машин всех видов необходим еще и для того, чтобы заменять машины, требующие для ремонта более продолжительного времени, чем предусмотрено графиком.

Качество и своевременное выполнение ремонта во многом зависят от правильного размещения оборудования в цехе, а также от организации рабочих мест. Место разборки и очистки двигателей должно быть изолировано от остальной территории цеха. Учитывая особую важность и ответственность работ по ремонту обмоток якорей, необходимо выделить и огородить обмоточный участок площадью около 30 $м^2$. Из соображений пожарной безопасности пропиточное отделение размещают в отдельном помещении, которое должно удовлетворять требованиям, предъявляемым к помещениям для хранения взрывоопасных материалов.

Для обеспечения выполнения плана ремонта подвижного состава работа электромашинного цеха депо может быть организована двумя способами. Первый способ состоит в том, что отремонтированные электрические машины должны обязательно ставиться на те же единицы подвижного состава, с которых они были сняты при поступлении в ремонт. Учитывая, что электромашинный цех должен выдавать электрические машины за несколько дней до окончания ремонта данного электровоза, пропускная способность цеха должна быть в 1,8—2 раза выше, чем остальных ремонтных цехов. Для обеспечения ритмичной работы электромашинного цеха депо, производящего подъемочный и средний ремонт электровозов и моторвагонных секций, необходимо кооперировать несколько депо дороги. В этом случае электромашинный цех одного из депо может ремонтировать электрические машины для других депо в промежутки между ремонтами машин для своего приписанного парка.

Такой способ организации работы электромашинного цеха применим только при пропиточном ремонте электрических машин электросекций, для которых установлен простой в ремонте 10 суток. Для пропиточного ремонта электровозных двигателей этот способ неприменим, так как простой в подъемочном ремонте электровоза установлен 5 суток, и следовательно, тяговые двигатели должны быть отремонтированы за трое суток, что не может быть выполнено из-за большой продолжительности операций по пропитке и сушке.

Поэтому чаще применяется второй способ организации работы цеха. Этот способ состоит в том, что в цехе имеется полный комплект заранее отремонтированных машин, которые выдаются на поступивший в ремонт электровоз. Снятые с электровоза электрические машины ремонтируются в запас. В этом случае время ремонта электрических машин в цехе может равняться времени простоя электровоза в ремонте.

Если объем работы цеха невелик и машины проходят только пропиточный ремонт, то весь ремонт отдельной машины выполняется одним рабочим высокой квалификации. Основным преимуществом такого способа является повышение личной ответственности рабочего за качество ремонта.

При большом объеме ремонта, а также при производстве в депо среднего ремонта рекомендуется специализация рабочих на ремонте отдельных узлов электрических машин. Благодаря этому резко повышается производительность труда, увеличивается пропускная способность цеха, снижается потребность в высококвалифицированных рабочих, сокращается потребность в специальном инструменте. Некоторое снижение личной ответственности рабочих за ремонт машины в целом компенсируется приобретением рабочими хороших навыков в ремонте отдельных узлов.

В связи с тем, что разборка машин производится одними рабочими, а ремонт и сборка другими, а также в силу того, что у деталей имеются отклонения от чертежных размеров (в пределах норм) и в отдельных случаях могут быть обнаружены нарушения, допущенные при предыдущих ремонтах или в процессе эксплуатации (например установка прокладок), при разборке и дефектировке машины должен присутствовать мастер цеха, а при дефектировке отдельных узлов — рабочие, которые будут их ремонтировать и собирать.

Независимо от способа организаций ремонта пропитку должны производить специально подготовленные для этого рабочие-пропитчики. Если этих рабочих в течение всего рабочего времени обеспечить постоянной работой по пропитке не представляется возможным, то они при соответствующей подготовке могут быть использованы на выполнении слесарных работ 3—4-го разрядов.

Опыт работы электромашинных цехов показывает, что наилучшие результаты при ремонте щеткодержателей и роликоподшипников достигаются при выполнении его специализированными на этих операциях рабочими, так как в противном случае при выходе из

строя указанных деталей во время эксплуатации трудно установить виновного в плохом качестве ремонта.

Для повышения ответственности рабочих за качество ремонта мастеру цеха целесообразно регулярно вести журнал учета по следующей форме:

Дата разборки машины	Дата сборки машины	№ единицы подвижного состава, с которой снята машина	№ единицы подвижного состава, на которую выдана машина	Тип машины	№ машины остов/якорь	Фамилия рабочего, производящего ремонт				
						Разборка	Сборка	Якорь	Остов	Пропитка

Правилами ремонта предусматривается личное присутствие мастера при следующих работах: при разборке машин и дефектировке всех узлов и деталей, монтаже катушек в остове и их проверке, испытании машин на стенде. Кроме того, все отремонтированные узлы принимаются лично мастером и только с его личного разрешения могут быть переданы на сборку.

Пропиточный и средний ремонт электрических машин производится в соответствии с графиками технологического процесса, составленными на основании норм простоя подвижного состава в ремонте, и инструкциями по пропитке, утвержденными МПС. Графиками технологического процесса предусматриваются работы по разборке и дефектировке, по ремонту механической и электрической частей, по пропитке и сборке электрических машин, испытанию машин и выдаче их в цех подъемочного или среднего ремонта. В приложениях 2 и 3 приведены примерные графики технологи-

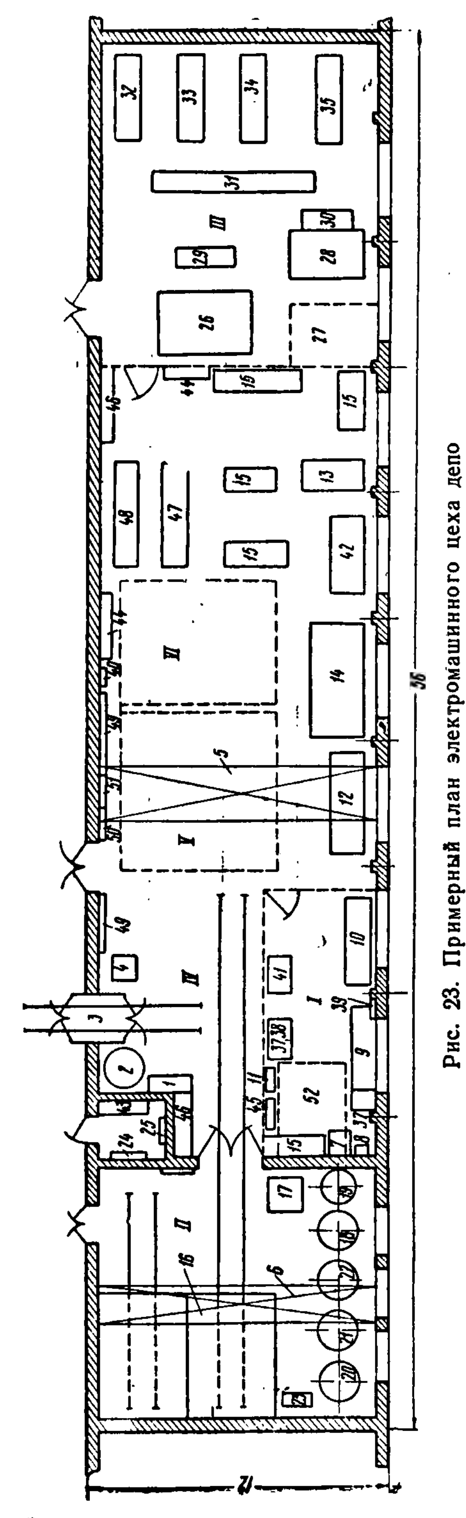


Рис. 23. Примерный план электромашинного цеха депо

ческого процесса пропиточного и среднего ремонта электрических машин.

При разработке местных графиков ремонта могут быть внесены изменения в предложенные графики при соблюдении необходимых норм времени на технологические операции по пропитке и компаундировке.

Графиками технологического процесса ремонта машин должно быть предусмотрено максимальное сокращение простоя электрического подвижного состава в ремонте.

4. ОБОРУДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАШИННОГО ЦЕХА ДЕПО И ЕГО РАЗМЕЩЕНИЕ

Для высококачественного ремонта электрических машин требуется оснащение электромашинного цеха специальным оборудованием, обеспечивающим высокий уровень механизации ремонтных работ, высокую производительность труда и передовую технологию ремонта.

В табл. 4 приведен перечень необходимого оборудования для ремонта и указаны номера, под которыми на рис. 23 показано его размещение в цехе.

На рис. 23 римскими цифрами обозначены площадка для ремонта обмоток *I*, пропиточное отделение *II*, испытательная станция *III*, площадка для разборки машин *IV*, для ремонта остовов *V* и для сборки машин *VI*.

Таблица 4

Наименование оборудования	№, под которым оборудование показано на рис. 23
Оборудование для разборки и очистки	
Вытяжной шкаф для промывки подшипников	*1*
Выварочная ванна	*2*
Продувочная камера	*3*
Пресс для распрессовки подшипников	*4*
Оборудование для транспортировки деталей	
Кран мостовой грузоподъемностью 5 *т*	*5*
Тельфер грузоподъемностью 3—5 *т*	*6*
Тележка для подачи электрических машин в цех	На рис. 23 не показаны
» » загрузки электрических машин в сушильную печь	
Оборудование для ремонта обмоток	
Печь для нагрева секций	*7*
Трансформатор для дугового паяльника	*8*
Верстак обмотчиков	*9*
Бандажировочный станок	*10*
Трансформатор для пайки задних лобовых соединений	*11*
Механическое оборудование для ремонта электрических машин	
Токарный станок ДИП-500 или ДИП-400	*12*
Станок для продорожки якорей	*13*
» » расточки остовов	*14*
Верстак	*15*
Оборудование для пропитки обмоток	
Сушильная печь	*16*
Бак для пропитки остовов с катушками	*17*
» » » якорей	*18*
» » хранения пропиточного лака	*19*
Автоклавы для компаундировки катушек и вакуумно-нагнетательной пропитки якорей	*20*, *21*, *22*
Вакуум-насос для вакуумно-нагнетательной пропитки	*23*
Щит управления и контакторы	*24*, *25*
Оборудование для испытания машин в процессе ремонта	
Стенд для испытания тяговых двигателей	*26*
Место для испытания машин высоким напряжением	*27*
Стенд для испытания вспомогательных машин	*28*
Пульт управления тяговыми двигателями	*29*
» » вспомогательными машинами	*30*
Щит управления и контакторы	*31*
Многоамперный агрегат	*32*

Продолжение

Наименование оборудования	№, под которым оборудование показано на рис. 23
Агрегат возбудителя	33
» вольтодобавочной машины	34
» линейного генератора	35
Трансформатор для проверки якорей на витковое замыкание	36
» » » катушек на витковое замыкание	37
Стенд для проверки качества пайки	38
Щиты со штепсельными гнездами на:	
постоянный ток 110, 50, 4 *в*	39, 40
переменный однофазный 127 *в*	
переменный трехфазный 220 *в*	
Брусья для статической балансировки	41
Установка для динамической балансировки	42
Оборудование для хранения запасных деталей	
Шкаф для материалов и инструмента	43, 44, 45
» » хранения подшипников	46
Стеллаж для ремонта якорей	47
» » хранения якорей	48
Место для хранения подшипниковых щитов и крышек	49
» » » чалочных средств	50
» » » противопожарного инвентаря	51
Оборудование для производственных помещений	
Вытяжной зонт над местом для пайки якорей	52
» вентилятор из пропиточной	На рис. 23 не показаны
Вентилятор продувочной камеры и шкафа для промывки подшипников	

ГЛАВА V

РАЗБОРКА И ДЕФЕКТИРОВКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Разборка электрической машины является одной из ответственных операций, так как от того, как она произведена, в большой степени зависит качество работы машины после ремонта. Это объясняется следующим.

После изготовления или последнего ремонта машина эксплуатируется длительное время и вращающиеся детали прирабатываются друг к другу (например кольца роликоподшипников и ролики), и поэтому замена их без надобности не рекомендуется. Применение неправильных приемов разборки может привести к порче различных узлов (например зубила или молотка при отвертывании гаек, клиньев, при снятии шестерни и т. п.). Разборка без своевременной проверки основных размеров и зазоров (между сердечниками полюсов и якорем, в роликоподшипниках и др.) и без тщательного осмотра двигателя до разборки и во время ее могут привести в дальнейшем к большим переделкам. В процессе разборки по состоянию узлов и деталей можно установить неисправности машин и наметить меры для их устранения при ремонте.

На основании сказанного рекомендуется производить клеймение всех деталей (кроме гаек и болтов), ставя номер электрической машины, складывать все мелкие детали в отдельный ящик, который также обозначается номером этой машины (для роликового подшипника необходимо заметить, какой стороной он запрессовывается в щит), применять при разборке только специально приспособленный для этого инструмент, обязательно сопровождать разборку дефектировкой узлов и производить соответствующие замеры.

2. РАЗБОРКА И ДЕФЕКТИРОВКА ТЯГОВОГО ДВИГАТЕЛЯ

Машина, подлежащая разборке, подается на тележке в продувочную камеру (рис. 24), где продувается сжатым воздухом давлением 1,5—2 *атм* через коллекторные люки. Продувка обязательно должна вестись при включенном вентиляторе продувочной камеры для обеспечения отсоса пыли. На рис. 25 показана схема автоматического

включения вентилятора при открытии крана продувочного шланга. После продувки машина подается в цех, где очищается и протирается снаружи от пыли и грязи и подвергается внешнему осмотру.

При осмотре обращается внимание на состояние коллектора, степень пропуска смазки в корпус двигателя через якорные подшипники и наличие трещин в корпусе двигателя. По состоянию коллектора можно судить о качестве коммутации двигателя. Блестящий светло-коричневый цвет рабочей поверхности при отсутствии оплавления краев коллекторных пластин указывает на хорошую коммутацию двигателя, очень темный цвет — на плохую. Обычно при этом видны следы кругового огня (опален миканитовый конус, оплавлены петушки коллекторных пластин и края пластин, закопчены изоляторы). В этом случае следует до разборки обратить особое внимание на установку щеток на коллекторе, расстояние между щетками, зазоры между якорем и дополнительными полюсами. После разборки необходимо тщательно проверить якорь.

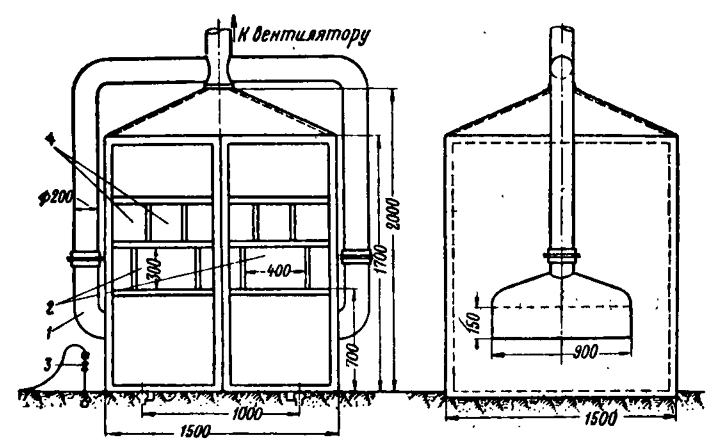


Рис. 24. Продувочная камера:
1 — вентиляционные воздухопроводы; 2 — окна с брезентовыми рукавами; 3 — продувочный шланг; 4 — смотровые стекла

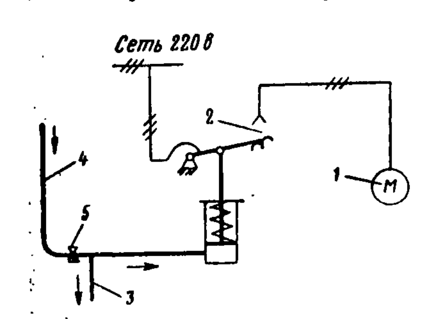


Рис. 25. Схема автоматического включения вентилятора продувочной камеры:
1 — мотор вентилятора; 2 — пневматический контактор; 3 — продувочный шланг; 4 — воздушная магистраль; 5 — запорный вентиль

Следы кругового огня при чистой поверхности коллектора указывают на случайный характер его возникновения или на пробой изоляции токоведущих частей на корпус, который можно определить проверкой сопротивления изоляции мегомметром.

Следы выгорания изоляции между двумя парами коллекторных пластин, диаметрально расположенных по коллектору, свидетельствуют о наличии полного или частичного обрыва витков обмотки якоря. Такой якорь подлежит перемотке на заводе.

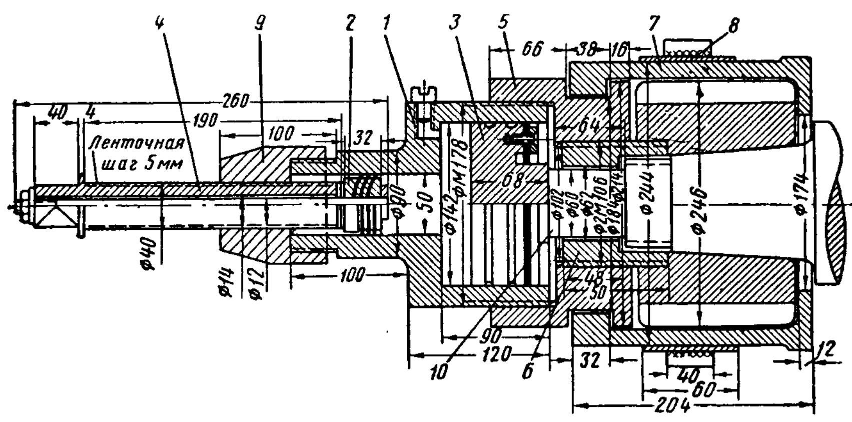


Рис. 26. Гидравлический съемник малой шестерни (первый вариант):
1 — корпус; 2 — малый поршень; 3 — большой поршень; 4 — винт; 5 — кольцо; 6 — втулка; 7 — скоба; 8 — хомут; 9 — крышка малого цилиндра: 10 — стержень

При осмотре остова тягового двигателя следует обращать особое внимание на моторно-осевые приливы. В этих местах у двигателей,

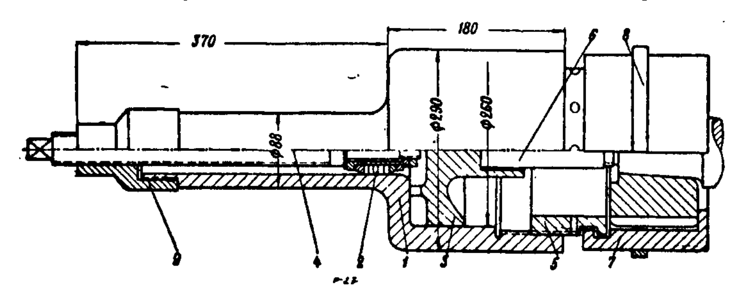


Рис. 27. Гидравлический съемник малой шестерни (второй вариант):
1 — корпус; 2 — малый поршень; 3 — большой поршень; 4 — винт; 5 — кольцо; 6 — стержень; 7 — скоба; 8 — хомут; 9 — крышка малого цилиндра

особенно у ДПИ-150, часто возникают трещины, которые подлежат разделке и заварке с последующей расточкой.

После внешнего осмотра приступают к съемке шестерен. Специальным ключом отвертывают стопорную гайку и при помощи гидравлического съемника снимают шестерню. Гидравлический съемник может быть выполнен в двух вариантах (рис. 26 и 27). Съемник, показанный на рис. 26, обладает меньшим весом и имеет меньшее соотношение площадей малого и большого поршней. Поэтому при пользовании им требуется приложить большое усилие к рычагу.

Съемник состоит из корпуса *1*, представляющего собой двухступенчатый цилиндр, малого поршня *2* и большого *3*. Малый поршень связан с винтом *4*, имеющим прямоугольную резьбу и заканчивающимся квадратом для ключа. Винт ввертывается в крышку малого цилиндра *9*. На корпус со стороны большого цилиндра навертывается кольцо *5*, имеющее по наружной поверхности прямоугольную выточку. Внутри кольца нарезана резьба такого же размера, как и в малой шестерне. При помощи резьбы и втулки *6* кольцо *5* соединяется с малой шестерней. Снаружи кольца и малой шестерни накладываются четыре соединительные скобы *7*, входящие с одной стороны в кольцевую выточку кольца *5*, а с другой захватывающие малую шестерню. Сверху сегментные скобы обхватываются хомутом *8*.

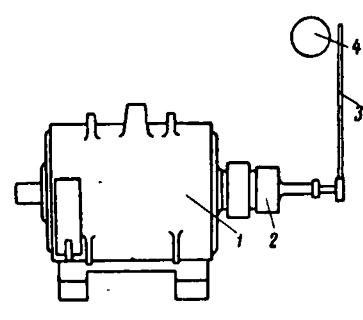


Рис. 28. Место рабочего при снятии шестерни с вала тягового двигателя:

1 — тяговый двигатель; 2 — съемник; *3* — рычаг трещотки; *4* — место рабочего

Пространство между большим и малым поршнями заполнено индустриальным маслом. При завертывании винта *4* поршень *2* идет вправо и через масло давит на поршень *3*. Последний при помощи закаленного стержня *10* упирается в торец вала. При дальнейшем завертывании винта *4* усилие на шестерню передается через втулку *6* и скобы *7*. По достижении усилия определенной величины шестерня снимается. Завертывают винт *4* при помощи трещотки, имеющей рычаг длиной 1,5 *м*.

Другой съемник (рис. 27) тяжелее, и для его соединения с шестерней требуется применение крана, однако для снятия шестерни необходимое усилие, прилагаемое к рычагу винта, значительно меньше.

При использовании гидравлических съемников необходимо оградить место перед ними, так как в момент снятия шестерни съемники вместе с ними отбрасываются на большое расстояние от двигателя (до 1 *м*). Поэтому рабочий должен внимательно следить за тем, чтобы при сходе шестерни с вала его не ударило рычагом. Для этого он должен стоять в положении, показанном на рис. 28.

Для тяговых двигателей электровозов применяют подобные по конструкции, но более мощные съемники.

После снятия шестерни и осмотра конусов вала снимают крышки подшипников и коллекторных люков и проверяют расстояние от поверхности якоря до сердечников всех полюсов, от поверхности коллектора и петушков до щеткодержателей, зазоры в роликоподшипниках, осевой разбег якоря (по индикатору).

Индикатор укрепляют на стойке с массивным основанием так, чтобы он упирался рычагом в торец вала якоря со стороны шестерни.

Затем подачей вала в обе стороны замеряют разбег вала, т. е. осевой зазор в роликоподшипниках. После этого отвинчиваются стопорные болты упорного кольца роликоподшипника (у двигателей с односторонней передачей), вынимают щетки из щеткодержателей, снимают щеткодержатели и их кронштейны. Двигатель ставят вертикально (коллектором вниз), отвертывают болты подшипникового щита, выпрессовывают щит и вынимают якорь, для чего на конец вала навертывают специальный рым (рис. 29, *а*), размеры которого для различных диаметров резьбы выбираются в соответствии с данными, приведенными в табл. 5.

У некоторых машин рым ввертывают во внутреннюю резьбу отверстия вала (рис. 29, *б*).

При подъеме якоря из остова необходимо его постоянно проворачивать. Вынутый якорь при опускании упирают концом вала в специальную тумбу так, чтобы он лег на подставку, не касаясь вентилятором пола (рис. 30). Применение тумб устраняет возможность повреждения якоря (коллектора и вентилятора) при укладке. После очистки, продувки и протирки якорь переносят на стеллаж.

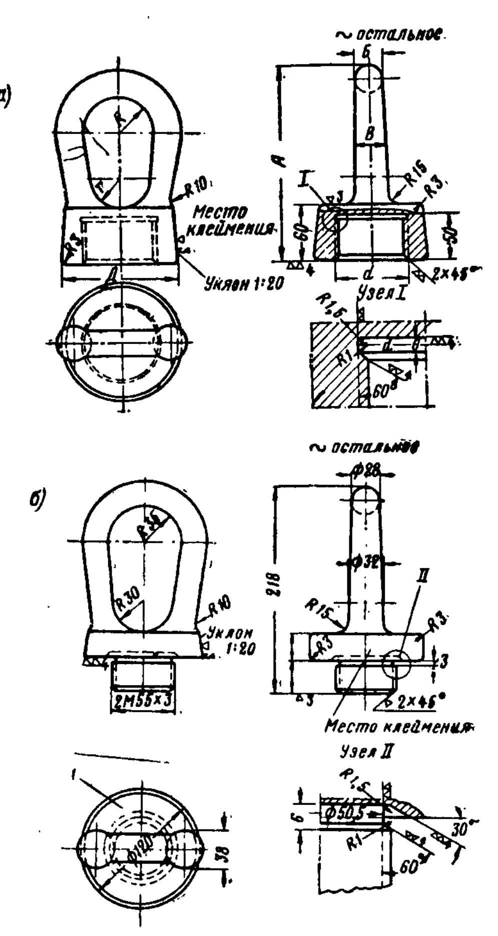


Рис. 29. Рымы с внутренней и наружной резьбой для выемки якоря из остова

Остов двигателя после выемки якоря устанавливают в горизонтальное положение, снимают малый подшипниковый щит, сетки с вентиляционных отверстий, чехлы с выводных коицов, выпрессовывают подшипники из подшипниковых щитов. Перед выпрессовкой подшипника следует проверить качество его посадки. Для этого щит ставят ребром на пол и легким толчком бросают вниз подшипником на деревянную подкладку. Если подшипник при этом выскакивает из щита, то он посажен слабо и щит следует заварить и расточить. Выпрессовку

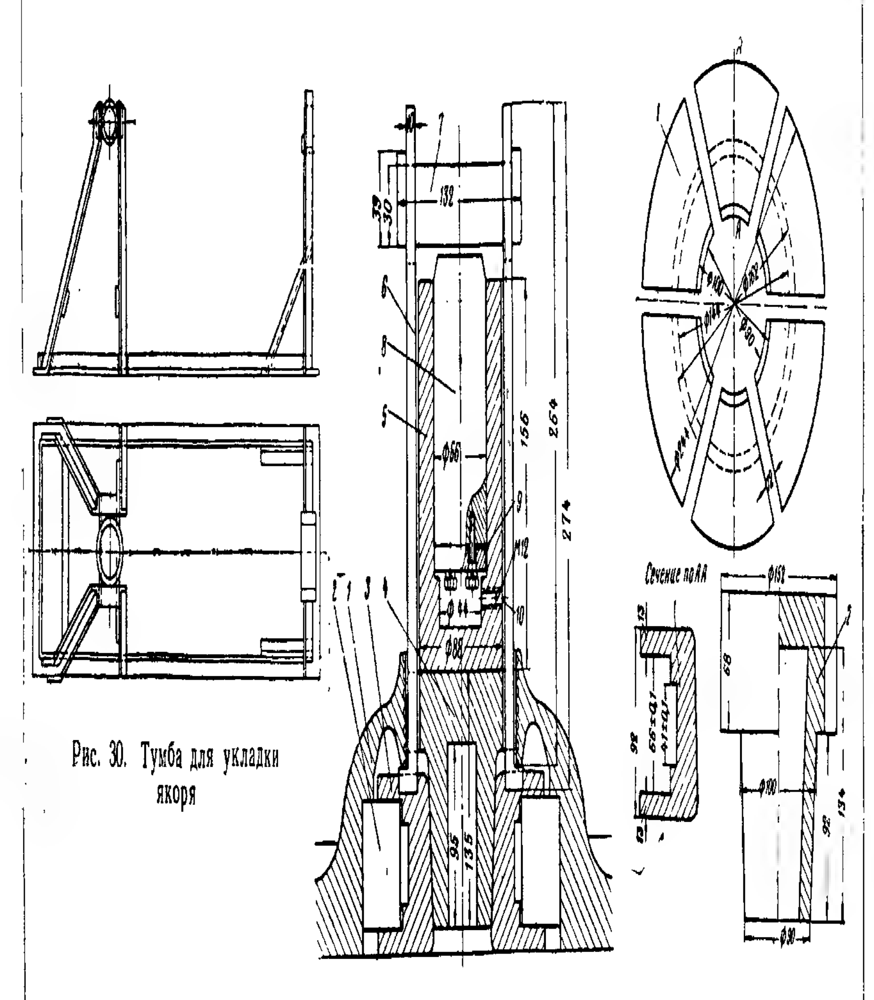


Рис. 30. Тумба для укладки якоря

Рис. 31. Масляный пресс для распрессовки подшипников из щитов тяговых двигателей:

1 — подшипниковый щит; *2* — подшипник; *3* — упорные сегменты; *4* — упорный конус; *5* — цилиндр; *6* — тяги; *7* — перекладина; *8* — поршень; *9* — манжеты кожаные; *10* — отверстие для маслопровода

Рис. 32. Детали приспособления для выпрессовки и запрессовки подшипников:

1 — упорные сегменты; *2* — упорный конус

Таблица 5

d*	D	A	Б	B	R	r	d_1
2M76×3	120	205	28	32	35	30	77
2M48×2	90	190	28	32	30	25	49
2M42×2	80	180	25	30	25	20	43
2M36×2	75	180	25	30	25	20	37
2M30×1,5	75	180	25	30	25	20	30,5

* Здесь *d* — характеристика резьбы.

подшипников из щитов производят при помощи приспособлений, показанных на рис. 31 и 32.

В подшипниковый щит *1* закладывают шесть упорных сегментов *3* (см. рис. 31), плотно обхватывающих обойму и ролики подшипника *2*. Сегменты распираются конусом *4* (позиция *2*), имеющим

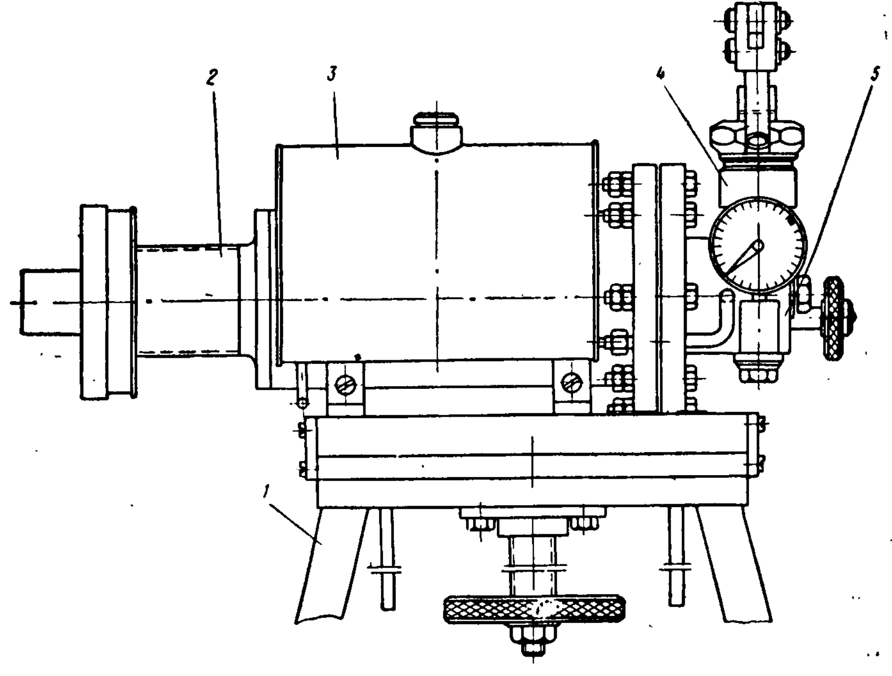


Рис. 33. Гидравлический пресс для снятия роликовых подшипников, упорных и лабиринтовых втулок с вала якоря:

1 — стол; *2* — цилиндр пресса; *3* — бачок для масла; *4* — масляный насос; *5* — распределительная головка

прорези для прохода тяг *6*. Тяги *6* соединяются между собой перекладиной *7*. Между перекладиной и конусом *4* помещен гидравли-

ческий цилиндр *5* с поршнем *8*, имеющим кожаную манжету *9*. Масляным насосом под поршень через отверстие *10* нагнетается масло. При этом поршень упирается в перекладину *7*, цилиндр давит на конус и подшипник выпрессовывается.

Выпрессовку подшипников можно производить и специальными прессами в сочетании с приспособлением, показанным на рис. 32.

Распрессовку подшипника с вала якоря производят при помощи передвижного пресса, изображенного на рис. 33. Снятие подшипника производят в следующем порядке. На шпильки *5* (рис. 34)

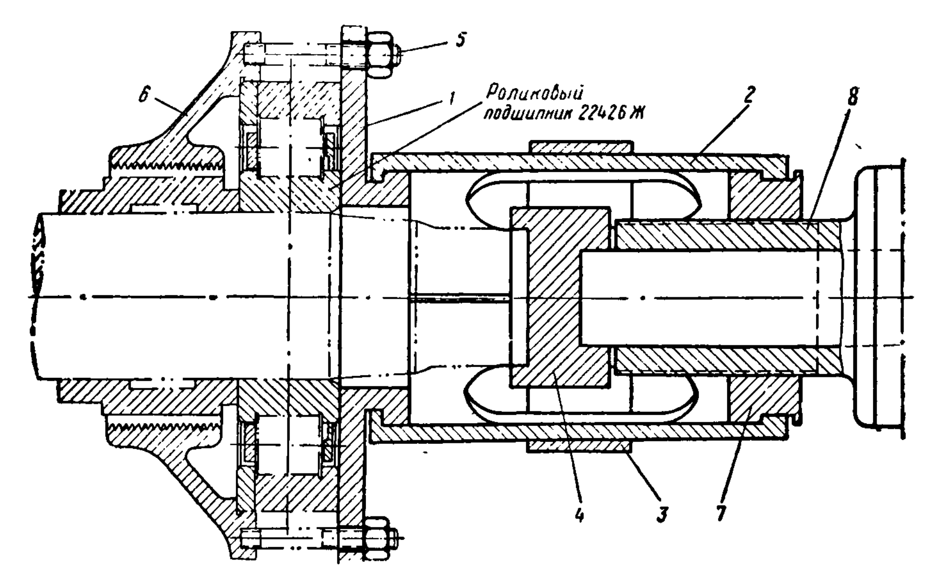


Рис. 34. Снятие роликового подшипника с вала якоря тягового двигателя:
1 — фланец; *2* — соединительные скобы; *3* — хомут; *4* — стальная прокладка, *5* — шпилька и гайка; *6* — подшипниковый щит; *7* — гайка пресса; *8* — цилиндр пресса

внутренней крышки подшипника привертывают фланец *1* с прямоугольной кольцевой выточкой. В торец вала через прокладку *4* упирается шток поршня цилиндра *8*. На наружной поверхности цилиндра имеется резьба, на которую навернута гайка *7*, имеющая снаружи прямоугольную кольцевую выточку. В выточку гайки *7* и фланца *1* закладываются скобы *2*, которые обхватываются хомутом *3*. При подаче масла в цилиндр пресса шток поршня упирается через прокладку в вал якоря и подшипник снимается.

Подобным образом снимают упорные и лабиринтовые втулки.

После разборки остов тягового двигателя очищают от грязи, продувают и протирают смоченными в керосине концами, а поверхности катушек — концами, слегка смоченными в бензине. Остальные детали вывариваются в ванне.

Остов и якорь подвергаются окончательной дефектировке, которая заключается в следующем.

При **дефектировке якоря** прежде всего проверяют качество пайки петушков коллекторных пластин. В отдельных случаях внешним осмотром можно заметить подплавы пластин в месте впайки секций в шлицы, выступающие капли олова, подгар концов секций в месте пайки. При отсутствии внешних признаков проверка производится методами, описанными в главе III. Обмотку проверяют на отсутствие витковых замыканий, измеряют омическое сопротивление ее и изоляции. Нормы величин сопротивления обмоток приведены в приложении 10.

Измеряют диаметр коллектора и величину выработки, затем проверяют затяжку болтов коллектора, осматривают бандажи и клинья, проверяют конец вала дефектоскопом. Нормами допускается наличие на конце вала только продольных трещин длиной не более 12 *мм* и глубиной не более 1,5 *мм*. Поперечные трещины не допускаются. Поверхность конуса должна быть ровной и не иметь задиров и рисок. Калибром (рис. 35) проверяют правильность формы конуса вала. Если поверхность прилегания калибра составляет не менее 65% поверхности конуса, то обработка конуса не требуется. Резьбу вала проверяют также калибром, причем раковины или срывы резьбы допускаются по длине резьбы не более 5%. Проверяют размеры шпоночной канавки. При среднем и капитальном ремонте обязательно снимают внутренние кольца подшипников, уплотняющие и упорные втулки. На валу в местах посадки роликовых колец, уплотняющих и упорных втулок допускается не более трех продольных рисок глубиной до 0,1 *мм*. Все посадочные поверхности вала измеряются микрометром для определения возможности обработки под следующий ремонтный размер.

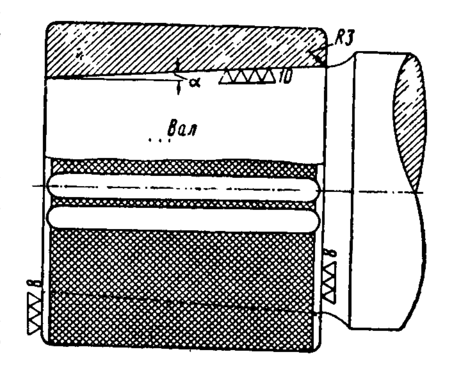


Рис. 35. Калибр для проверки конуса вала

При пропиточном ремонте съем роликовых колец, уплотняющих и упорных втулок необязателен. В этом случае осматриваются поверхности катания роликовых колец, которые не должны иметь выработку более 0,1 *мм*. В противном случае они подлежат замене. При наличии выработки менее 0,1 *мм* их можно оставить, но при условии работы со «своим» подшипником и при отсутствии заварки подшипникового щита.

У якорей со стальным вентилятором проверяется качество его посадки по звуку при легких ударах молотком по диску вентилятора и по затяжке крепежных болтов. При капитальном ремонте стальной вентилятор снимают. Силуминовый вентилятор обязательно снимают с предварительным подогревом кольцевой электропечью

(рис. 36). Проверяют крепление и целость металлического фланца у якорей двигателей ДПЭ-340 и ДПЭ-400. Ослабшие болты крепятся и при необходимости подлежат замене.

Дефектировку остова обычно начинают с измерения сопротивления обмоток главных и дополнительных полюсов и изоляции обмоток. После этого микрометрическим штихмасом замеряют горловины остова и их эллиптичность, расстояние между опорными носиками. Эллиптичность горловин определяется как разность измерения двух взаимно перпендикулярных диаметров. При измерении эллиптичности моторно-осевых горловин необходимо плотно привернуть шапки.

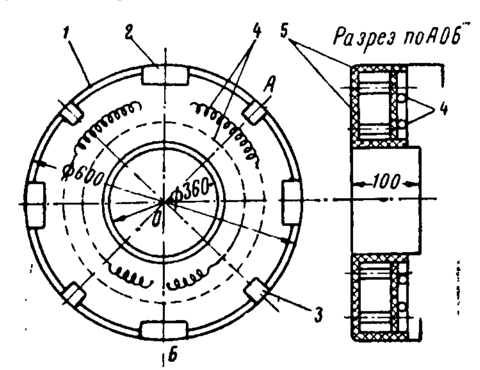


Рис. 36. Кольцевая электропечь для нагрева вентиляторов тяговых двигателей ДК-103А и ДПИ-150:

1 — корпус; 2 — захват; 3 — предохранительные скобы; 4 — спираль; 5 — асбоцементная изоляция

Затем остукивают корпус молотком для определения наличия трещин по звуку. Как было сказано выше, в остовах тяговых двигателей возникают трещины у моторно-осевых горловин, вдоль образующей моторно-осевой горловины в местах установки подшипника, между передним выводным патрубком и коллекторным люком, между входным отверстием для вентиляционного канала и коллекторным люком, а также между последним и расточкой под передний подшипниковый щит.

Трещину в моторно-осевой горловине легко обнаружить, если хорошо протереть горловину и несколько раз ударить молотком по верху прилива, после чего по всей трещине выступит смазка.

Трещины в остовах до пропитки должны обязательно разделываться с последующей заваркой и при необходимости расточкой. Подробно этот вопрос рассматривается в главе VI.

Все размеры по двигателю заносятся в специальный журнал.

3. РАЗБОРКА И ДЕФЕКТИРОВКА МОТОР-ГЕНЕРАТОРА

Поступивший в цех для ремонта мотор-генератор продувают, очищают снаружи от грязи и затем производят внешний осмотр машины, при котором обращают внимание на состояние поверхностей коллекторов, установку щеткодержателей и щеток, состояние механической части. Затем снимают крышки подшипниковых люков и щитов, замеряют зазоры между щеткодержателем и коллектором, между сердечниками полюсов и якорем, радиальные зазоры подшипников, осевой разбег якоря, биение коллекторов. Измеряют сопро-

тивление изоляции обмоток и их омическое сопротивление, после чего приступают к разборке.

По конструктивному выполнению существуют генераторы с разъемной и неразъемной станинами, что оказывает существенное влияние на порядок их разборки. Разборку мотор-генераторов с разъемной станиной (ДК-401, ДМГ-1500/95) производят в следующем порядке: отвертывают болты, крепящие верхнюю половину остова к нижней, и снимают кабельные перемычки; снимают верхнюю половину остова; отвертывают болты, соединяющие подшипниковые щиты с нижней половиной; вынимают якорь с подшипниковыми щитами из нижней половины остова и кладут на стеллаж; производят демонтаж подшипниковых щитов и подшипников; снимают траверсы щеткодержателей и щеткодержатели.

Якорь из остова мотор-генератора с неразъемной станиной(НБ-429, ДМГ-1500/50) вынимают следующим образом.

Мотор-генератор НБ-429 устанавливают вертикально на подставку вентилятором вверх, отвертывают болты подшипникового щита и выпрессовывают щит, вынимают якорь и укладывают на стеллаж, остов ставят на лапы, распрессовывают второй подшипниковый щит и выпрессовывают все подшипники.

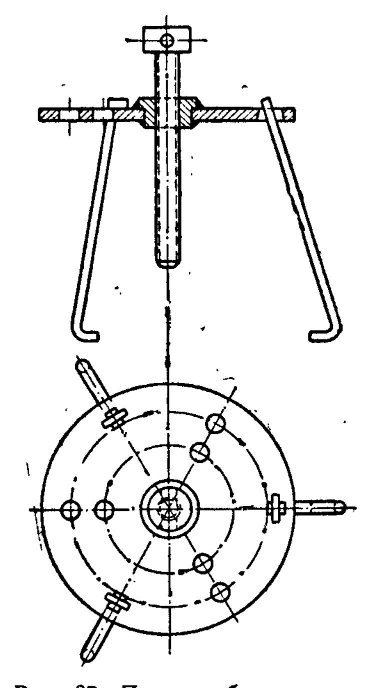


Рис. 37. Приспособление для выпрессовки подшипникового щита мотор-генератора

Мотор-генератор ДМГ-1500/50 устанавливают горизонтально на верстак, отвертывают кожух вентилятора и снимают вентилятор, отвертывают болты, крепящие подшипниковые щиты; прокладывают прессшпановые прокладки между сердечниками полюсов и якорем и выпрессовывают подшипниковые щиты, при этом якорь опускается на сердечники полюсов; вынимают якорь при помощи специального приспособления (см. главу X) и укладывают на стеллаж; выпрессовывают подшипники из щитов.

Подшипниковые щиты из остовов НБ-429 и ДМГ-1500/50 выпрессовывают при помощи приспособления, показанного на рис. 37. Винт приспособления упирается в центр вала машины, а лапы проходят в вентиляционные отверстия подшипникового щита. Если же вентиляционных отверстий в щите нет, то щит выпрессовывают при помощи специальных болтов, которые проходят через отверстия в корпусе приспособления и ввертываются в отверстия для крепле-

ния подшипниковых крышек. Выпрессовка подшипниковых щитов может быть осуществлена при помощи приспособления, показанного на рис. 33. При разборке мотор-генераторов нужно иметь в виду, что при сборке для регулировки работы подшипников применяются дистанционные кольца, а поэтому необходимо заметить, где и сколько установлено таких колец.

После разборки машины детали тщательно осматривают для обнаружения видимых трещин и повреждений; замеряют размеры горловины остовов, посадочные размеры подшипниковых щитов и диаметров вала под подшипники. Шейки вала проверяют дефектоскопом. Обмотки якоря проверяют на витковое замыкание и на качество впайки проводников обмотки в петушки коллекторных пластин. Витковое замыкание и обрыв обмотки могут быть обнаружены по наличию подгара коллекторных пластин и выплавления петушков коллектора. Если подгары повторяются на расстоянии полюсного деления, это свидетельствует об обрыве обмотки или плохой пайке. Подгар коллекторных пластин на расстоянии зубцового деления (через 3—5 пластин в зависимости от шага) свидетельствует о неодинаковых магнитных условиях для каждого витка одного и того же паза. В этом случае нарушения целостности обмотки нет.

При осмотре якорных бандажей обращают внимание на качество их пайки и состояние скоб.

Осматривают изоляцию полюсных катушек и перемычек для обнаружения местных повреждений изоляции. После разборки якорь и остов вторично продувают в продувочной камере и протирают концами, смоченными керосином.

Изоляцию токоведущих частей протирают концами, смоченными бензином.

4. РАЗБОРКА ДЕЛИТЕЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЯ И ГЕНЕРАТОРОВ ТОКА УПРАВЛЕНИЯ

Генератор тока управления не является самостоятельной электрической машиной, а выполняется в одном агрегате с делителем напряжения или с мотор-вентилятором.

Разборку такого агрегата начинают с генератора тока управления. Отпустив стопорный болт, снимают траверсу со щеткодержателями у ДК-405 или щеткодержатели у ДУ-3, затем краном зачаливают корпус генератора управления за рым так, чтобы строп был натянут и отвертывают крепежные болты корпуса генератора управления. Два из них ввертывают в соседние резьбовые отверстия и спрессовывают корпус генератора с посадочного места. При этом следят, чтобы сердечники полюсов не повредили якорь. Корпус генератора управления осторожно относится краном в сторону для очистки от смазки и пыли.

Специальным ключом (рис. 38) отвертывают стопорную гайку якоря генератора управления и на ее место навертывают приспособление для снятия якоря генератора управления с вала, показан-

ное на рис. 39. Приспособление состоит из винта *1*, имеющего прямоугольную резьбу с шагом 5 *мм*; гайки *2*, навинченной на винт *1* и имеющей наружную резьбу для ввертывания во втулку якоря генератора; упорного подшипника *3*, который навертывается на резьбу вала генератора.

Для вращения винта этого приспособления применяется трещотка с рукояткой длиной 1,5 *м*. Вал машины при этом заклинивается со стороны вентилятора, чтобы якорь во время снятия не проворачивался.

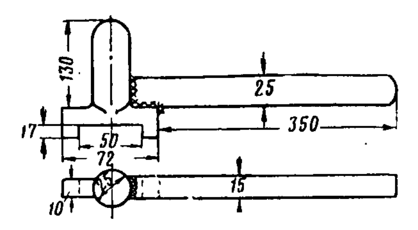


Рис. 38. Ключ для отвертывания гайки якоря генератора управления ДК-405

Во время распрессовки якоря он поддерживается краном при помощи пенькового стропа, который должен быть натянут. По окончании выпрессовки якорь переносят на стеллаж для очистки и дефектировки и переходят к выполнению следующей операции — снятию упорной втулки и крышки подшипника (при помощи приспособления, показанного на рис. 40). Затем снимают вентилятор, отсоединяют провода от кронштейнов щеткодержателей, делитель напряжения ставят вертикально на подставку из деревянных

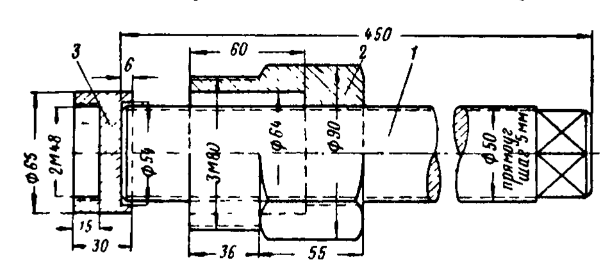


Рис. 39. Приспособление для распрессовки якоря генератора управления ДК-405:

1 — винт; *2* — гайка специальная; *3* — упорный бронзовый подшипник

брусьев длинным концом вала вверх, отвертывают болты подшипниковых щитов (два из них ввертываются в соседние отверстия и ими выпрессовывается подшипниковый щит). Выпрессованный щит снимают при помощи крана с остова и относят в сторону.

На конец вала навертывают рым, вынимают якорь из остова и укладывают на стеллаж таким же порядком, как и при разборке тягового двигателя.

Остов делителя напряжения ставят на лапы и обычным порядком выпрессовывают второй подшипниковый щит. Винтовой стяжкой (см. рис. 37) снимают шарикоподшипник с вала якоря, после чего снимают подшипниковые крышки. На этом разборку делителя на-

пряжения заканчивают. Далее производят очистку от грязи, продувку и протирку всех деталей.

Протертые детали подвергают тщательной дефектировке. Прежде всего еще раз проверяют сопротивление изоляции каждого узла: якоря, последовательных и параллельных катушек, кронштейнов щеткодержателей и т. д., осматривают изоляцию обмоток. Довольно часто встречаются случаи повреждения изоляции головок секций якоря генератора управления, поэтому при осмотре на них следует обращать особое внимание. Изоляция лобовых частей якоря делителя напряжения в местах, не закрытых бандажами, нередко продавливается и происходит соединение меди витков между собой.

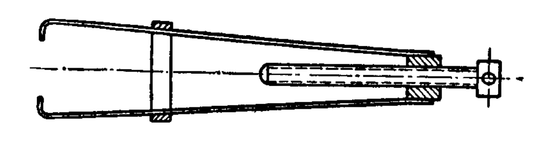


Рис. 40. Приспособление для снятия втулки двигателя напряжения

Следующей операцией является замер омического сопротивления обмоток (величины активных сопротивлений приведены в приложении 10). Затем следует замерить диаметры коллекторов и величину их выработки. Обычным порядком проверяют обмотки якорей на витковое замыкание, качество пайки и обрыв витков. После этого проверяют концы вала на отсутствие трещин седлообразным дефектоскопом, измеряют эллиптичность горловин остова и диаметры подшипниковых щитов. При эллиптичности, выходящей за пределы норм допусков и износов, остов должен быть подвергнут расточке, а подшипниковые щиты — наплавке и приточке по новому диаметру горловин остова.

5. РАЗБОРКА ДВИГАТЕЛЕЙ КОМПРЕССОРОВ И ВЕНТИЛЯТОРОВ

Разборка двигателей компрессоров и вентиляторов (вместе с генератором тока управления) в основном аналогична разборке делителей напряжений и мотор-генераторов, поэтому не требует особых указаний. Некоторую особенность имеет разборка двигателей, не имеющих собственных подшипниковых щитов; их разборка сводится к следующему.

Мотор-компрессор ставят на верстак, снимают щеткодержатели у ЭК-15 или траверсу вместе со щеткодержателями у ДК-406 и замеряют воздушный зазор между якорем и полюсами, который не должен быть меньше 0,75 *мм*. Перед снятием остова необходимо захватить его снизу веревочным стропом так, чтобы после снятия с расточки корпуса компрессора остов не сел на якорь и не прогнул его вала. После этого отвертывают болты, крепящие ярмо к корпусу компрессора, и снимают его с якоря; открывают крышку картера компрессора и отвертывают гайку, крепящую шестерню к валу якоря. Якорь приподнимается пеньковым стропом, вынимается из подшипников и переносится на стеллаж. Дальнейшие операции те же, что и при разборке описанных ранее машин.

ГЛАВА VI

РЕМОНТНЫЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ДО ПРОПИТКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Все ремонтные работы, проводимые при пропиточном и среднем ремонте электрических машин, можно разделить на выполняемые: до пропитки, параллельно с пропиткой и после нее.

К работам, выполняемым до пропитки, относят механический ремонт якоря, ремонт его обмотки, смену и ремонт катушек и механический ремонт остова.

Наиболее частыми механическими повреждениями якоря являются: повреждения вала, подшипниковых колец, резьбовых отверстий, вентиляторов и обрыв балансировочных грузов. Эти повреждения должны быть устранены до пропитки якоря.

Как правило, при пропиточном ремонте электрических машин ремонт обмоток якорей и полюсных катушек с заменой их изоляции не производится. Однако в отдельных случаях он все же бывает необходим. Поэтому ниже описывается порядок выполнения некоторых простых работ по ремонту обмоток.

В практике наиболее часто встречаются следующие механические неисправности остовов электрических машин: эллиптичность горловин остовов, износ опорных носиков и моторно-осевых горловин, трещины в остове, разработка резьбовых отверстий и излом крепежных лап.

Значительный объем в механическом ремонте остова составляют сварочные работы. Эти работы выполняются в соответствии с Инструкциями МПС по сварке и Правилами ремонта электрических машин электроподвижного состава.

2. СНЯТИЕ ИЗНОШЕННОГО ПОДШИПНИКОВОГО КОЛЬЦА

Для снятия подшипникового кольца со стороны шестерни необходимо предварительно снять маслоотбойное кольцо. Чтобы снять кольцо, его необходимо быстро нагреть до 120—150°C. При быстром нагреве кольца вал не успевает прогреться, и оно легко снимается. Нагрев кольца удобно производить электрическим индукционным нагревателем (рис. 41).

При прохождении переменного тока через катушку *2* создаваемый им магнитный поток замыкается поперек кольца. В кольце

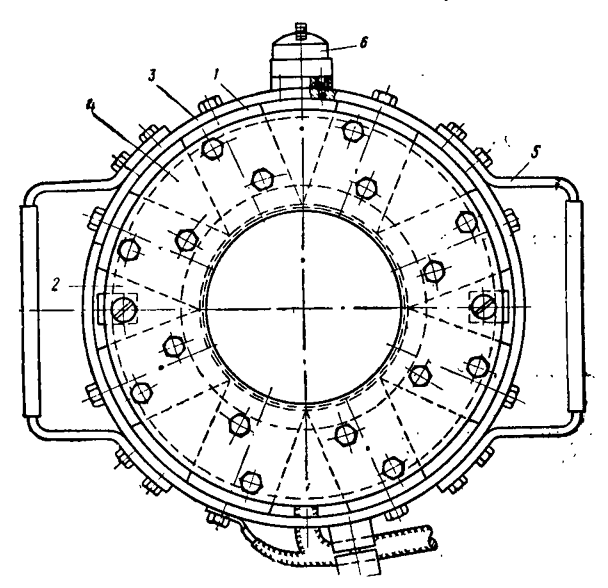


Рис. 41. Электрический индукционный нагреватель для съема подшипниковых колец с вала:

1—сердечник электромагнита; *2*—катушка; *3*—крепежное кольцо; *4*—фланец; *5*—ручка; *6*—выключатель

индуктируются вихревые токи, которые и нагревают его. Так как диаметры подшипниковых колец различны, то для использования одного и того же съемника при снятии колец различных диаметров применяют промежуточные кольца (рис. 42).

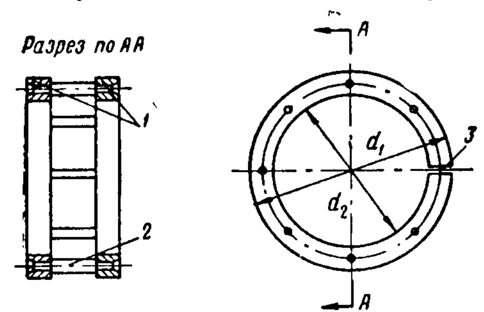


Рис. 42. Промежуточное кольцо для индукционного съемника:

1—железное кольцо; *2*—латунные шпильки; *3*—разрез кольца; d_1 выбирается по внутреннему диаметру съемника; d_2 выбирается по наружному диаметру кольца

Кольцо снимают в следующем порядке. На подшипниковое кольцо надевается съемник с промежуточным кольцом. Непрерывный нагрев продолжается 1,5—2 *мин*. Затем, плавно вращая съемник в ту и другую сторону, легко стягивают съемник вместе с кольцом, не выключая тока.

Если кольцо не снимается, а вал уже нагрелся, то необходимо прекратить нагрев кольца и выждать, пока остынет вал.

При отсутствии индукционного съемника для нагрева колец подшипника можно применять паяльные лампы или нагретое масло при обязательном соблюдении мер противопожарной безопасности.

Маслоотбойные кольца при ремонте нередко насаживаются с большим натягом. Такие кольца индукционным съемником снять не удается. В этом случае необходимо применять винтовую стяжку и одновременный нагрев кольца с двух сторон паяльными лампами.

При этом соблюдается следующий порядок. На кольцо монтируется съемник и затягивается до отказа винт. Разжигаются две паяльные лампы так, чтобы они горели синим огнем. Конец вала якоря обертывается смоченным асбестовым картоном. Двое рабочих направляют на кольцо огонь паяльных ламп, а третий постепенно затягивает винт съемника.

Следует отметить, что если маслоотбойное кольцо сидит глубоко и посадочная поверхность вала выступает из-под него, то необходимо личным напильником предварительно зачистить эту поверхность равномерно по всей окружности. Вместо винтовой стяжки можно применять приспособление, показанное на рис. 32. Масляный пресс этого приспособления развивает большое усилие и позволяет снимать маслоотбойные кольца без предварительного подогрева. Однако при этом иногда повреждается посадочная поверхность вала.

3. РЕМОНТ ВАЛА ЯКОРЯ

При пропиточном и среднем ремонте, кроме восстановления резьбы, производится восстановление посадочных поверхностей вала, которые иногда повреждаются в результате проворота подшипниковых колец. В практике часто наблюдается, что при хорошей поверхности вала не обеспечивается требуемый натяг подшипниковых колец. В этом случае прибегают к обточке вала под следующий ремонтный размер, приведенный в табл. 6, или восстанавливают диаметр вала якоря вспомогательных машин путем металлизации. Как правило, металлизация производится при износе вала до предельных размеров. После металлизации вал необходимо обточить под соответствующий размер.

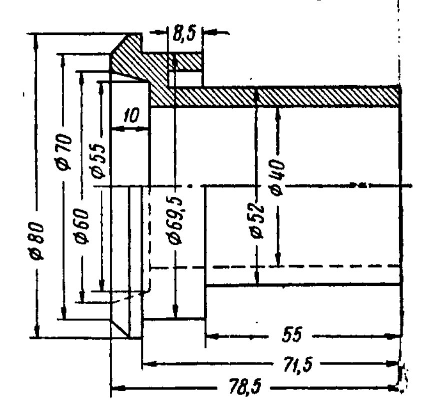


Рис. 43. Заготовка переходной втулки для ДМГ-1500/50

Правилами ремонта электрических машин допускается восстановление изношенных поверхностей вала за счет постановки втулок по чертежам, утвержденным МПС.

Таблица 6

№ по пор.	Наименование деталей и размеров	Тип машин	Размер новой детали в *мм*	Допускаемый размер в *мм* при выпуске из ремонта	
				среднего	пропиточного
1	Диаметр вала под посадку колец подшипников качения	ДПЭ-340 ДПЭ-400	$130^{+0,04}_{+0,025}$ $130^{+0,052}_{+0,035}$	130 129,75 129,5 129,25	130 129,75 129,5 129,25 129,0
	Со стороны шестерни	ДК-103 ДПИ-150	$110^{+0,038}_{+0,023}$	110,00 109,75 109,50 109,25 109,00 108,75 108,50	110,00 109,75 109,50 109,25 109,00 108,75 108,50 108,25 108,00
	Со стороны коллектора	ДК-103 ДПИ-150	$85^{+0,038}_{+0,023}$	85,00 84,50 84,00 83,50	85,00 84,50 84,00 83,50 83,00
	То же	ДК-403	$75^{+0,028}_{+0,003}$	$75^{+0,028}_{+0,003}$	—
		ЭК-12	$60^{+0,03}_{+0,01}$	$60^{+0,03}_{+0,01}$	—
		ДК-404	$60_{-0,195}$ $-0,095$	60—56	60—55
		ДК-402	$60_{-0,095}$ $-0,185$	60—56	60—55
	Со стороны, противоположной коллектору	ДК-403	$85^{+0,035}_{+0,012}$	$85^{+0,035}_{+0,012}$	—
		ЭК-12	$70^{+0,03}_{+0,01}$	$70^{+0,03}_{+0,01}$	—
		ДК-404 ДК-402	$70^{-0,03}_{-0,06}$	70—66	70—65
	С обеих сторон	ДК-401	$100^{+0,026}_{+0,003}$	$100^{+0,026}_{+0,003}$	—
	Для роликовых подшипников	ДМГ-1500/50	$40^{+0,027}_{+0,009}$	$40^{+0,027}_{+0,009}$	$40^{+0,027}_{+0,009}$
	Для шариковых подшипников	ДМГ-1500/50	$40^{+0,02}_{+0,003}$	$40^{+0,02}_{+0,003}$	$40^{+0,02}_{+0,003}$
	То же	ДК-601	$75^{+0,040}_{+0,01}$	$75^{+0,024}_{+0,01}$	$75^{+0,024}_{+0,01}$
	Для роликовых подшипников	ДК-601	$65^{+0,03}_{+0,01}$	65,00 64,75 64,50 64,25	65,00 64,75 64,50 64,25 64,00
		ЭК-15 ДК-406	$55^{-0,012}_{-0,032}$	55—53,5	55—53,0

№ по пор.	Наименование деталей и размеров	Тип машин	Размер новой детали в *мм*	Допускаемый размер в *мм* при выпуске из ремонта	
				среднего	пропиточного
2	Диаметр вала в месте посадки генератора управления .	ДК-601	$65^{+0,01}$	65—68	65—68
		ДК-403	$65^{+0,013}$	65—68	—
3	Размер резьбы конуса	ДПЭ-340 ДПЭ-400	2М55×3	2М55×3 2М60×3	2М55×3 2М60×3 2М64×3
		ДК-103 ДПИ-150	2М76	2М76 2М72	2М76 2М72 2М68
4	Размер резьбы под стопорные болты	ДК-103 ДПИ-150	М16	М16 М18	М16 М18
5	Размер резьбы конца вала для крепления вентилятора .	ДМГ-1500/50	2М30	2М30 2М27 2М24	2М30 2М27 2М24
6	Размер резьбы вала для крепления подшипника	ДМГ-1500/50	2М36	2М36 2М33 2М30	2М36 2М33 2М30
7	Размер резьбы вала под гайку крепления вентилятора и генератора	ДК-601	2М48	2М48 2М45 2М42	2М48 2М45 2М42

Перед обработкой шеек вала на станке необходимо проверить правильность установки его относительно притирочных поверхностей конусов (под шестерни), биение которых не должно превышать нормы. В случае наличия большого биения перед обточкой выверяют центры при помощи неподвижного люнета и только после этого вал протачивают.

При обработке вала резцом не допускается наличия рисок глубиной более 0,1 *мм* и подреза галтелей радиусом менее 8 *мм*.

Все операции по обточке вала необходимо делать с одной установки якоря на станок.

Следует особо остановиться на ремонте вала мотор-генератора ДМГ-1500/50 со стороны генератора и вала мотор-компрессора. Большинство мотор-генераторов, находящихся в эксплуатации, имеет насадку подшипника на переходную втулку.

Втулки меняют следующим образом. На станке срезается старая втулка и вал шлифуется под наибольший диаметр. Вытачивается заготовка втулки по рис. 43.

Таблица 7

Тип машины	Величина натяга при посадке в *мм*: роликовых колец	лабиринтовых втулок	упорных втулок	уплотняющих колец	Биение вала в *мм*: по беговой дорожке роликовых колец, со стороны шестерни	со стороны коллектора	по шейке вала
ДПЭ-340	+0,025	+0,040	+0,018 +0,085	—	—	—	0,04
ДПЭ-400	+0,065	+0,027	+0,143 +0,191				
ДК-103	+0,058	+0,094	—	+0 070 +0,010	0,04	0,03	0,02
ДПИ-150	+0,023	+0,044	—				
ЭК-12	—	+0,030 —0,020	+0,065 +0,015	—	—	—	—
ДК-404	—	+0,065 +0,015	—	—	—	—	—
ДК-402	—	+0,065 +0,015	—	—	—	—	—
ДК-401	—	+0,035 —0,023	+0,065 +0,015	—	—	—	—
ДК-403, сторона коллектора	—	+0,030 —0,020	+0,023 —0,027	—	—	—	0,04
ДК-403, сторона, противоположная коллектору	—	+0,035 —0,023	+0,065 +0,015	—	—	—	0,04
ДМГ-1500/50 с роликовыми подшипниками	+0,039 +0,009	+0,02 +0,24	—	—	—	—	0,02
ДК-601 с роликовыми подшипниками	+0,045 +0,010	+0,03 +0,02	—	—	—	—	0,02
С шариковыми подшипниками	+0,038 +0,003	—	—	—	—	—	0,02
ДК-406	—	—	—	—	—	—	0,04
ЭК-15							

Внутренний диаметр заготовки растачивают по диаметру вала с натягом до 0,04 *мм*. Втулку нагревают до 120—130° и насаживают на вал. После этого якорь идет в пропитку. По окончании пропитки якоря оба коллектора и втулки обтачиваются под чертежные размеры с одной установки. Такой порядок обточки исключает биение коллекторов во время работы машины.

У валов мотор-компрессоров в эксплуатации появляется неравномерная волнообразная выработка по длине. Выведение ее в условиях депо без перепрессовки вала затруднительно из-за отсутствия специального оборудования для равномерной шлифовки вала по всей длине, в том числе и под втулкой якоря.

Небольшую волнистость (до 0,1—0,12 *мм*) можно вывести, применяя специальную колодку, покрытую изнутри мелкой наждачной бумагой. Валы с большой выработкой следует отправлять для ремонта на завод.

4. НАСАДКА ПОДШИПНИКОВЫХ КОЛЕЦ

При насадке новых подшипниковых колец они подбираются индивидуально по своему посадочному месту. Необходимые натяги колец для посадки на вал якоря приведены в табл. 7.

Если валы подвергались обточке и шлифовке, то появляется необходимость в насадке колец с уменьшенным внутренним диаметром. Для этого завод МЭМРЗ изготовляет специальные подшипниковые кольца. На торцовой стороне кольца указывается величина его посадочного диаметра. Этот размер перед посадкой следует проверить.

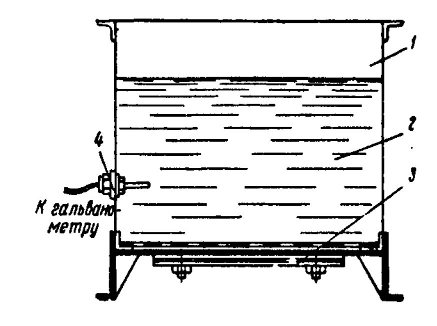


Рис. 44. Масляная ванна для нагрева колец подшипников:
1 — бак; *2* — масло; *3* — нагревательный элемент; *4* — термопара

Перед посадкой подшипниковые кольца нагреваются или индукционным съемником, или в масляной ванне. Лучше применять масляную ванну, так как она исключает возможность перегрева колец. Общий вид ванны приведен на рис. 44. Ванну заполняют трансформаторным маслом.

Нагретые кольца протирают чистыми концами и быстро, без перекоса насаживают на вал.

5. УДАЛЕНИЕ ДЕФЕКТНОЙ СЕКЦИИ ИЗ ПАЗОВ ЯКОРЯ

Якоря с поврежденными обмотками перед пропиткой подвергаются ремонту. Наиболее крупным ремонтом обмотки при пропиточном и среднем ремонте электрических машин может явиться смена одной-двух секций. Все остальные ремонтные работы в этом случае будут составными частями этой большой по объему работы.

Такие повреждения обмотки якоря, как обрыв витка, витковое замыкание в пазовой части, обугливание изоляции и вследствие этого пробой изоляции на корпус, оплавление меди обмотки и т. д., требуют замены дефектной секции. При выемке секции из пазов обязательно должен соблюдаться определенный порядок.

Сначала снимают все бандажи и при помощи специальной лопатки выбивают клинья из пазов якоря (клинья выбивают из половины пазов обмотки якоря, начиная за два-три паза от дефектного и далее по ходу укладки обмотки якоря). При выбивании клиньев необходимо стараться сохранить их для вторичного использования. Обыч-

но якорь бывает покрыт сверху слоем лака, который затрудняет движение клина. Поэтому перед выбиванием клиньев следует очистить с поверхности пазов лак и якорь предварительно нагреть в специальной печи (рис. 45). Во время работы печь остается включенной и поддерживает нагрев якоря. В качестве нагревательных элементов используется 14—16 трубок от печей ПЭТ, включаемых на напряжение 220 *в* по две последовательно в 7—8 параллельных цепей.

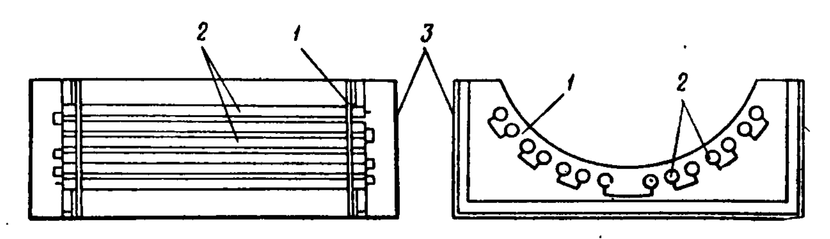


Рис. 45. Печь для нагрева якоря при смене секций:
1 — асбестовые перегородки; 2 — нагревательные элементы ПЭТ; 3 — корпус печи

После выбивания клиньев снимают изоляцию с лобовых частей. При снятии ее допускается применение ножа, но так, чтобы при этом не повредить изоляцию секций. Затем обертывают твердым электрокартоном коллектор во избежание повреждения его поверх-

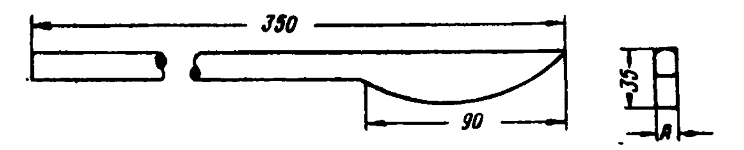


Рис. 46. Рычаг для подъема секций якоря из паза. Размер *A* принимается равным ширине паза

ности при подъеме проводников из шлицев и дуговым паяльником прогревают петушки. Как только олово в петушке расплавится (с торца петушка выступят капли олова), специальным клином, равным по ширине проводнику обмотки, поднимают из шлица поочередно все проводники одной секции. Подъем следует производить в несколько приемов, чтобы не нарушить корпусную изоляцию.

Далее при помощи рычага, показанного на рис. 46, поднимают пазовую часть секции. Поверхность рычага должна быть гладкой и не иметь острых краев. При подъеме секции следует стараться поднять ее по всей длине равномерно, без изгиба. Для этого необходимо секцию придерживать левой рукой сверху и поднимать секцию только в горячем состоянии.

Когда секция будет вынута из паза, приступают к распайке следующей секции и т. д. Можно распаивать сразу несколько сек-

ций, а затем их поднимать. Но в этом случае поднятые передние лобовые части соседних секций будут затруднять подъем их из паза. Поэтому такую последовательность выполнения работы следует рекомендовать только для опытных обмотчиков.

Таким образом поднимают все секции, которые мешают подъему нижней половины дефектной секции. Это составляет примерно половину пазов. Когда доступ к нижней половине дефектной секции станет возможным, снимают межслойную изоляцию лобовых частей и описанным выше порядком поднимают нижнюю полусекцию. Вынутую из паза секцию осматривают и проверяют.

6. РЕМОНТ СЕКЦИИ ОБМОТКИ ЯКОРЯ

В условиях депо имеется возможность устранять следующие неисправности секций и их изоляции.

Местные повреждения поверхности проводника можно устранить путем наплавки оловом. Обычно удается заплавить местные повреждения глубиной 0,5—0,7 *мм* и площадью 60—80 *мм*^{2}. Место повреждения зачищают напильником, наждачной бумагой и мелкой кордщеткой. Затем проводник прогревают паяльником, укладывают повреждением вверх и поврежденное место заплавляют оловом, обильно посыпая мелкотолченой канифолью. Слой олова следует наплавить больше, чем требуется, и затем напильником снять лишнее, доведя толщину проводника до нормальной.

Сварка оборванного проводника обмотки. Правилами ремонта допускается сварка не более трех проводников в одной секции. Сварка проводника в месте изгиба не разрешается. Сначала концы проводников, подлежащие сварке, запиливаются для сварки внахлестку, затем зачищаются, как описано выше, и свариваются газовым пламеием с присадкой меди.

Остывшая шинка проводника опиливается до чертежных размеров.

Восстановление поврежденной изоляции. Снимается корпусная изоляция секции с поврежденной части на длину, бо́льшую, чем величина места повреждения, на 60—100 *мм*. Со всей секции снимается тафтяная лента. Оставшуюся изоляцию срезают на конус на длине 25—30 *мм*.

Отдельные проводники секции тягового двигателя разъединяются, и их изоляция восстанавливается микалентой, размеры которой для различных машин приведены в табл. 8. При укладке ленту следует промазывать тонким слоем шеллака или лака № 462 и туго натягивать. Затем отдельные проводники слегка промазывают лаком и собирают вместе, стягивают киперной лентой и складывают в сушильный шкаф. После сушки тафтяную ленту снимают и накладывают корпусиую изоляцию. Число слоев, способ наложения и размеры ленты указаны также в табл. 8. Поверх корпусной изоляции накладывают покровную изоляцию секции.

Таблица 8

Тип двигателя	Размер провода в *мм*	Количество проводников в пазу	Витковая изоляция		Корпусная изоляция	Покровная изоляция
			пазовой части	лобовой части		
НБ-406	2×1,08×8,6	14	Микалента 0,075×20 *мм*, один слой вполуперекрышу		Микалента 0,1×20 *мм*, 8 слоев вполуперекрышу	Стеклолента 0,1×25 *мм*, слой вполуперекрышу и слой в стык
ДПЭ-400	2×0,8×21,6	10	Микалента бумажно-слюдяная 0,075×20 *мм*, один слой вполуперекрышу	Микалента шелкослюдяная 0,13×20 *мм*, один слой вполуперекрышу	Микалента бумажно-слюдяная 0,13×20 *мм*, 6 слоев вполуперекрышу	Асбестовая лента 0,4×25 *мм*, один слой в стык
ДК-103	1×12,5	14	Микалента бумажно-слюдяная 0,1×20 *мм*, один слой вполуперекрышу		Микалента бумажно-слюдяная 0,13×20 *мм*, 6 слоев вполуперекрышу	Стеклолента 0,15×25 *мм* вполуперекрышу
ДПИ-150	2,1×14,5	10	Микалента бумажно-слюдяная 0,1×20 *мм*, один слой вполуперекрышу		Микалента-бумажно-слюдяная 0,1×20 *мм*, 6 слоев вполуперекрышу	Асбестовая лента 0,4×20 *мм*, один слой в стык

Отремонтированную секцию закладывают в форму (рис. 47) и пазовую часть ее опрессовывают до чертежных размеров. После опрессовки секцию проверяют на отсутствие замыкания между проводниками по схеме рис. 48. Проводники секции *3* при помощи щупов *4* поочередно включаются последовательно с лампой *2*, питаемой от сети 220 *в* через рубильник *1*.

Обмотка якоря высоковольтных вспомогательных машин выполняется из тонкой обмоточной проволоки с изоляцией ПБД. Обрывы проводников у них происходят довольно часто и, как правило, в нескольких местах поэтому ремонт их нецелесообразен, следует рекомендовать замену всей секции, которую при наличии обмоточной меди нетрудно изготовить на специальном шаблоне.

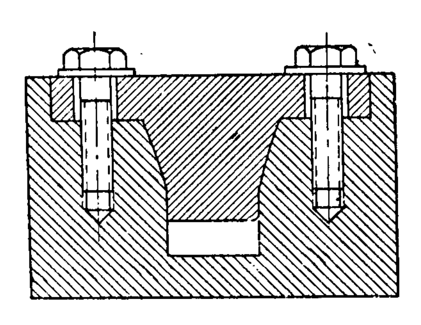


Рис. 47. Форма для опрессовки пазовой части секции

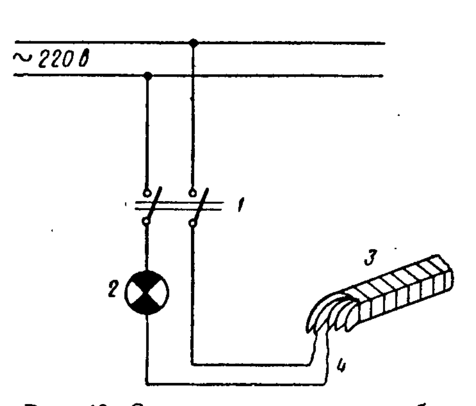


Рис. 48. Схема проверки секции обмотки якоря на витковое замыкание:

1 — рубильник; *2* — индикаторная лампа; *3* — секция обмотки якоря; *4* — соединительные проводники со щупами

Если же изоляция проводников повреждена, а сама медная жила цела, то следует восстановить изоляцию проводника путем обматывания провода хлопчатобумажной пряжей в два слоя или лакотканью и наложения корпусной изоляции. При наложении корпусной изоляции следует туго стягивать проводники секции, чтобы привести ее к чертежным размерам. Концы проводников секции должны быть тщательно зачищены и облужены. После этого секция готова к укладке в паз.

7. УКЛАДКА СЕКЦИЙ В ПАЗЫ ЯКОРЯ

Подготовка якоря к укладке секций. Перед укладкой секций в пазы якоря проверяют состояние пазовых гильз из прессшпана и поврежденные гильзы заменяют. Поднятые стороны секций очищают от присохшей к ним изоляции лобовых частей. Если секции при поднятии из пазов деформировались, то их следует аккуратно выправить вручную с применением деревянного молотка и небольшой дубовой доски. При этом следят за тем, чтобы не повре-

дить изоляцию секций. Если при осмотре секций будет обнаружена поврежденная изоляция, то ее восстанавливают в порядке, указанном в § 6.

По окончании ремонта изоляции секций проверяют состояние петушков коллектора, шлицы которых должны быть выпрямлены, очищены от лака, слюды и пролужены. Якорь продувают сухим чистым сжатым воздухом при давлении 2—2,5 *атм*. После этого якорь подогревают в открытой печи, показанной на рис. 45, а секцию — в закрытой (рис. 49).

Укладка секций в пазы якоря. Когда якорь и секция прогреты до 60—80°, приступают к укладке секций в пазы. Нагретую секцию смазывают парафином и ее нижнюю сторону закладывают в паз на глубину 1—1,2 *см*. В соответствующие шлицы петушков коллектора заправляют концы проводников секций. Затем легкими ударами при помощи деревянного клина секцию постепенно осаживают в паз. Одновременно при помощи металлической лопаточки заглубляют ее концы, заправленные в шлицы коллектора. Когда сторона секции дойдет до дна паза, лобовые части ее осаживают на свои места так, чтобы они не выступали выше лобовых частей других секций. Перед укладкой нижнего слоя секций с разрезной обмоткой должны быть прочищены и расправлены скобочки задних лобовых соединений. Закончив укладку нижних слоев секций в пазы якоря, укладывают межслойную изоляцию лобовых частей. При этом частично используют старую изоляцию и добавляют листы нового гибкого миканита толщиной 0,8—1,2 *мм*, чтобы общая толщина слоя изоляции соответствовала чертежному размеру.

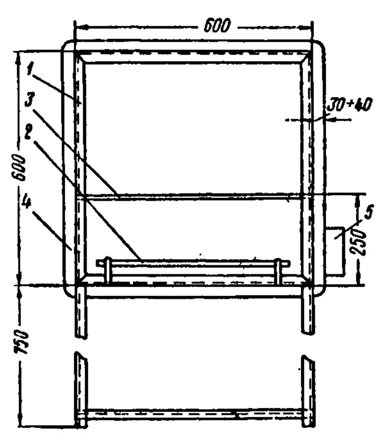


Рис. 49. Печь для нагрева секций перед укладкой:

1—каркас; 2—нагревательные элементы ПЭТ (14 шт.); 3—решетка для укладки секций; 4—тепловая изоляция; 5—выключатель

Следующей операцией является закладывание дистанционных клиньев в шлицы коллектора. Высота клиньев 2,5—3 *мм*. Нарезают их из той же меди, что и проводники секции. Новые клинья обязательно должны быть облужены, после этого поочередио закладывают в пазы верхние стороны секций, предварительно натертые парафином. Порядок их укладки такой же, как и секций нижнего слоя. При укладке верхнего слоя разрезной обмотки необходимо проверить правильность взаимного расположения проводников верхнего и нижнего слоев, особенно в случае полной перемотки якоря или полной замены секций верхнего слоя. Поверх проводников

секций в шлицы петушков коллектора вставляются клинья из меди высотой 3—4 *мм*.

Проверка якоря после укладки секций. Перед намоткой временных бандажей и пайкой коллектора якорь подвергается проверке: проверяется сопротивление изоляции мегомметром (оно должно быть не менее 5 *мгом*); испытывается изоляция обмотки якоря высоким напряжением (величина испытательного напряжения берется на 10% выше величины напряжения, установленного для проверки электрической прочности изоляции при испытании электрической машины на стенде после ремонта); обмотку якоря проверяют на витковое замыкание, как это описано в главе II.

Намотка временных бандажей. Перед пайкой коллектора на якорь наматывают временные бандажи. Назначение их — осадить секции обмотки в пазах якоря и в лобовых частях на свое место, улучшить условия пропитки нижнего слоя обмотки.

Временные бандажи наматывают на бандажировочном станке с натяжением проволоки, равном половине величины натяжения для постоянных бандажей (табл. 9).

Таблица 9

Диаметр бандажной проволоки в *мм*	Натяжение проволоки в *кг*
0,8	40— 50
1,0	50— 60
1,2	65— 80
1,5	100—120
2,0	180—200
3,0	240—300

На рис. 50 показан общий вид токарного станка, приспособленного для бандажировки якорей, а на рис. 51 — кинематическая схема натяжного устройства станка. На якоре *1* закрепляется бандажная проволока, которая пропускается через блоки *2*, блок *3* масляного динамометра *4* и натяжные плашки *14*. Включение вращения якоря производится при помощи педали *6*, кото-

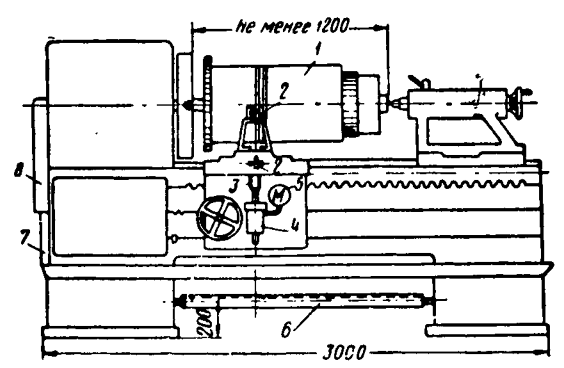


Рис. 50. Общий вид токарного станка, приспособленного для бандажировки якорей:

1 — якорь; *2* — блок; *3* — блок динамометра; *4* — динамометр масляный; *5* — манометр; *6* — устройство для включения фрикционной передачи; *7* — приводной ремень; *8* — шкив привода якоря

рая через тягу 7 и ролик 11 натягивает приводной ремень. При отпущенной педали шкив 8 двигателя свободно вращается, не сцепляясь с приводным ремнем.

При намотке временного бандажа на лобовые части под проволоку подкладывают узкие полоски электрокартона толщиной 0,8—1,2 *мм*. В каждый паз укладывают дубовые бруски. Длина бруска равна длине паза плюс 15—20 *мм*, а сечение его представляет собой квадрат со стороной, равной ширине паза. Начало и конец бандажной проволоки пропаивают.

Перед наложением временных бандажей для предотвращения обрывов проводников в передней лобовой части обмотки и придания им большей жесткости у тяговых двигателей ДК-103 и ДПЭ-340

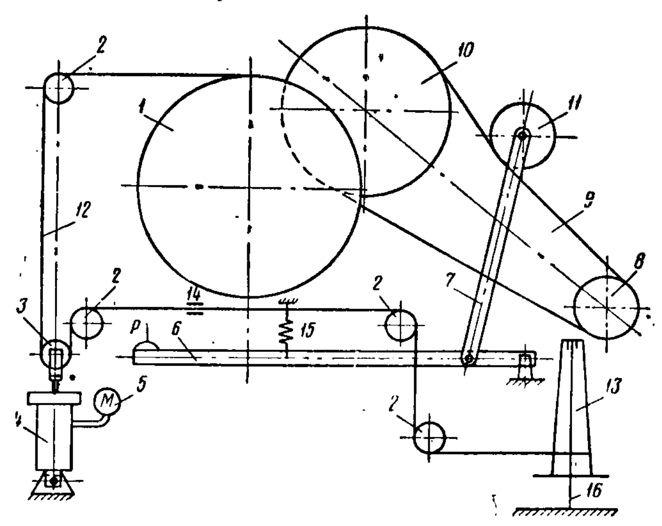


Рис. 51. Кинематическая схема натяжного устройства бандажировочного станка:

1 — якорь; 2 — блоки направляющие; 3 — блок динамометра; 4 — динамометр масляный; 5 — манометр; 6 — рычаг педали; 7 — тяга натяжного ролика; 8 — шкив мотора; 9 — приводной ремень; 10 — шкив привода якоря; 11 — натяжной ролик; 12 — бандажная проволока; 13 — барабан с бандажной проволокой; 14 — натяжные плашки; 15 — пружина; 16 — ось барабана

зазоры между проводниками у петушков коллектора заполняются электроизоляционной замазкой марки ПХ-1, которую запрессовывают под давлением до 25 *атм*. Замазка быстро затвердевает при нагреве якоря в печи и плотно цементирует между собой проводники обмотки якоря.

8. ПАЙКА КОЛЛЕКТОРА И ЗАДНИХ ЛОБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Для пайки коллектора якорь устанавливают под углом 15—20° к горизонтали коллектором вниз. Петушки нагреваются дуговым паяльником (рис. 52) с сердечником, облегающим петушки коллектора с двух сторон (по наружной окружности и с торца). Питание паяль-

ника производится от понижающего трансформатора с максимальным вторичным напряжением 45 *в* и током до 20 *а*. Трансформатор монтируют на стене цеха и от него проводят кабель по всему цеху; у рабочих мест устанавливают штепсельные розетки.

На электромашиностроительных и ремонтных заводах для пайки коллекторов широко применяют специальные ванны, которые во много раз облегчают и ускоряют процесс пайки коллекторов, а также повышают качество пайки. Установка состоит из кольцевой ванны, в которую вставляется коллектор, и индукционной электропечи для

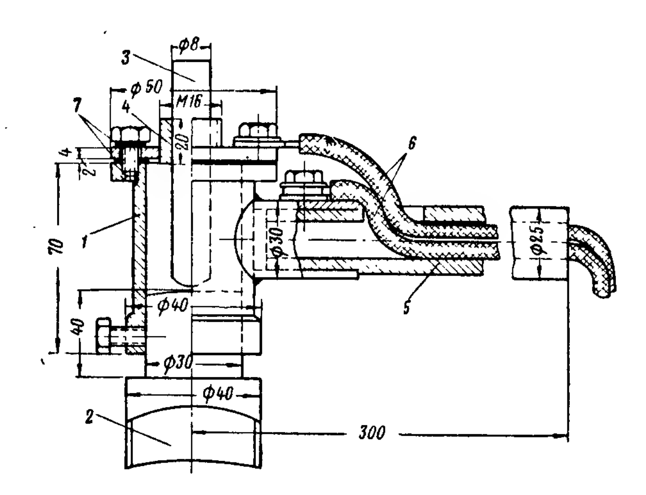


Рис. 52. Дуговой паяльник:

1 — корпус; *2* — медный сердечник; *3* — уголь; *4* — крышка; *5* — ручка; *6* — питающие провода; *7* — изоляционные прокладки

плавки олова. Тигель электропечи сообщается с кольцевой ванной. Расплавленное олово плунжером вытесняется из тигля и по каналу поступает в кольцевую ванну, охватывающую петушки коллектора. Для предотвращения утечки олова поверхность коллектора защищается асбестовым шнуром.

Применение таких ванн целесообразно при ремонте большого количества якорей, требующих перепайки коллекторов.

Во время пайки паяльником петушки следует посыпать все время толченой канифолью и добавлять олово. Пайка секции заканчивается, когда олово больше не проникает в шлиц коллектора и вытекает из его нижней части. Во время пайки необходимо следить, чтобы олово не попало в обмотку и не замкнуло между собой соседние проводники секции.

По окончании пайки петушки коллектора протачивают на токарном станке на 0,2—0,3 *мм*, чтобы снять остатки олова с поверхности петушков и устранить тем самым замыкание отдельных пластин между собой.

После проточки проверяют качество запайки проводников в петушках коллектора способом, описанным в главе II, измеряют сопротивление изоляции обмотки якоря и загружают якорь с наложенными временными бандажами в печь для сушки и пропитки.

Пайка задних лобовых соединений у якорей с разрезной обмоткой производится трансформатором для контактной сварки. В замок соединения закладывают пластинки серебряного припоя, после чего замок зажимается клещами сварочного трансформатора. Место сварки нагревают до плавления припоя. Флюсом при пайке служит бура. По окончании пайки напильником удаляют наплывы припоя и флюса.

9. НАМОТКА ПОСТОЯННЫХ БАНДАЖЕЙ

После пропитки и сушки с временными бандажами якорю дают остыть. С остывшего якоря снимают временные бандажи и наматывают постоянные. Перед наложением постоянных бандажей заготовляют изоляционный материал для лобовых частей обмотки.

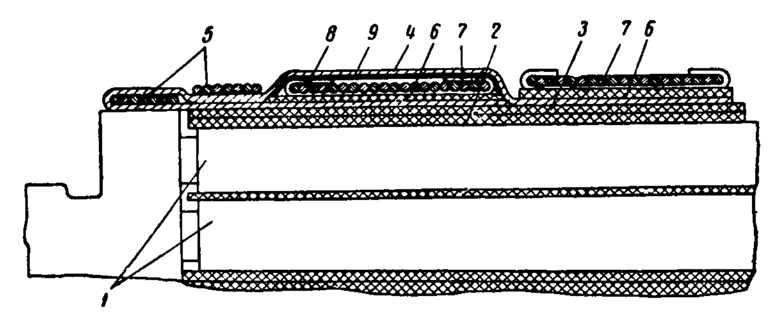


Рис. 53. Разрез передней лобовой части обмотки якоря тягового двигателя ДК-103А:

1 — секция обмотки; *2* — миканитовая прокладка; *3* — электрокартон; *4* — полотняный чехол; *5* — шпагат; *6* — электрокартон; *7* — бандаж; *8* — скоба; *9* — гибкий миканит

Изоляция лобовых частей обмотки и намотка постоянных бандажей являются весьма ответственными операциями и у разных типов машин выполняются по-разному. Рассмотрим процесс наложения постоянных бандажей на якорь тягового двигателя ДК-103А.

Передняя лобовая часть обмотки якоря (рис. 53) покрывается поверх секции *1* слоем миканита *2* толщиной 0,5 *мм*, который изолирует верхний слой секций от бандажей и защищает от воздействия электрической дуги при круговом огне на коллекторе. Поверх укладывается полоса электрокартона *3* толщиной 0,25 *мм* и полотняный чехол *4*. При этом соблюдается следующий порядок.

Полотно поверх прессшпана укладывают так, чтобы его можно было закрепить на петушках коллектора шпагатом *5*. На расстоянии

20 *мм* от петушков наматывают 21 виток бандажа *7* из бандажной проволоки. Под проволоку подкладывают скобы из белой жести с интервалом 50—70 *мм* одна от другой. Под бандаж подкладывают полосу *6* из электрокартона. Скобы закрепляют так, как показано на рис. 53. Концы проволоки отгибают на скобах на 180°. Бандаж пропаивают оловом. Затем полотняный чехол отгибают на лобовую часть и он покрывает проволочный бандаж. Между чехлом и металлическим бандажом прокладывают слой гибкого миканита *9* толщиной 2 × 0,25 *мм*, поверх чехла накладывают электрокартон толщиной 0,25 *мм* и наматывают вторую часть проволочного бандажа.

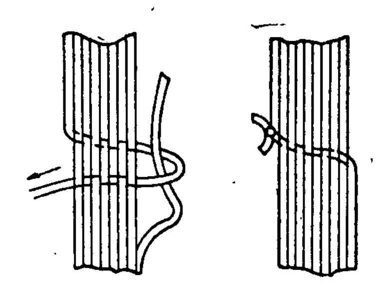


Рис. 54. Закрепление конца шпагата

Таким образом, первая часть проволочного бандажа оказывается прикрытой сверху постоянным чехлом с изоляцией; край чехла закрепляется второй частью проволочного бандажа, который остается открытым. Когда вторая часть бандажа намотана и пропаяна, накладывают вторую часть веревочного бандажа поверх полотняного чехла между петушками коллектора и проволочным бандажом. Этим создается натяжение чехла и прочное его закрепление. Конец шпагата закрепляется, как показано на рис. 54.

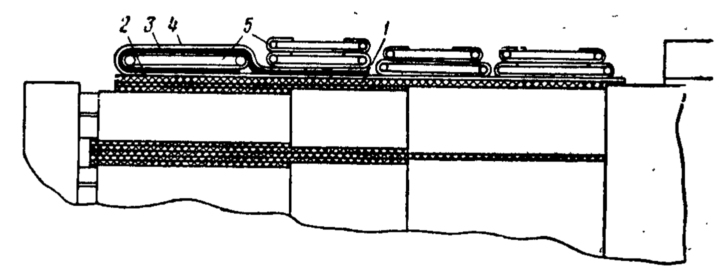


Рис. 55. Разрез изоляции передней лобовой части тягового двигателя НБ-406 (не в масштабе):
1 — полосы из гибкого миканита; *2* — электрокартон; *3* — гибкий миканит; *4* — полотняный чехол; *5* — бандаж

На некоторых тяговых двигателях применяется несколько иная изолировка и бандажировка передней лобовой части. На рис. 55 показан разрез изоляции передней лобовой части тягового двигателя НБ-406.

Изолировка задней лобовой части бывает различной в зависимости от типа обмотки. Если применена разрезная обмотка, то задняя лобовая часть изолируется, как показано на рис. 56. На верхнюю часть задних лобовых соединений обмотки накладывают миканитовую изоляцию *1* так, чтобы она обхватывала верхнюю

и лобовую торцовую части обмотки. Для лучшей укладки изоляции с торцовой части на миканитовых листах делают поперечные угловые вырезы. Затем ставят миканитовый *5* и металлический *6* фланцы, и пространство между миканитовым фланцем и торцом обмотки заполняют пропитанным шпагатом *7*, помещенным в полотняный чехол *8*.

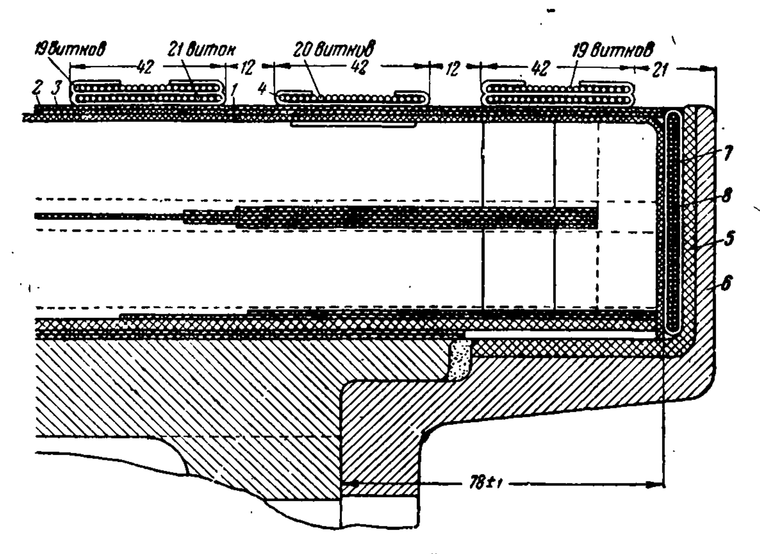


Рис. 56. Разрез задней лобовой части обмотки якоря тягового двигателя ДПЭ-400:

1 и *2* — миканитовая изоляция; *3*—электрокартон-прокладка; *4*—бандаж; *5* — миканитовый фланец; *6* — металлический фланец; *7* — шпагат; *8* — полотняный чехол

После укладки уплотнения окончательно затягивают болты, крепящие металлический фланец. Поверх миканитовой изоляции накладывают еще слой, состоящий из миканитовых пластин *2* толщиной 0,5 *мм*, уложенных вполуперекрышу. Перед постановкой бандажа под него укладывают два слоя электрокартона *3*. Бандажи *4* накладывают так, как показано на рис. 56.

У тяговых двигателей с неразрезными секциями обмотки якоря изолировка и бандажировка задней лобовой части секции выполняются, как показано на рис. 57. Поверх секций укладывают изоляцию *2* из миканитовых полос толщиной 0,5 *мм* вполуперекрышу. Сверху ее покрывают полотняным чехлом *3*, который затягивается бечевкой *4* между нажимной шайбой и отогнутой в сторону обмотки миканитовой изоляцией нажимной шайбы.

Бечевка наматывается до уровня изоляции лобовых частей секций. Затем чехол отгибают на лобовую часть, натягивают и поверх него накладывают слой из полос электрокартона *6* толщиной 0,25 *мм*, поверх которого наматывают проволочный бандаж, который скрепляют скобами и пропаивают.

В пазовой части обмотка крепится или клиньями, или бандажами. Постановка клиньев производится перед бандажировкой лобовых частей. Между секцией и клином укладывается прокладка из электрокартона. Постановка клиньев не представляет трудностей и поясняется рис. 58.

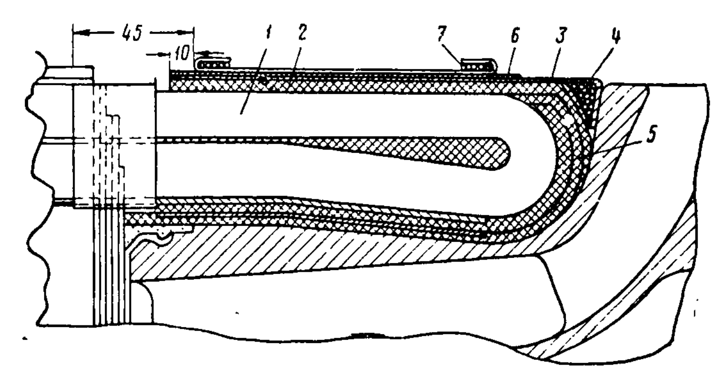


Рис. 57. Разрез задней лобовой части неразрезной обмотки якоря тягового двигателя ДК-103А:

1 — обмотка; 2 — миканитовая изоляция; 3 — полотняный чехол; 4 — бечева; 5 — изоляция нажимной шайбы; 6 — прокладка из электрокартона; 7 — бандаж

При креплении обмотки бандажами последние накладываются одновременно с бандажами лобовых частей. Под бандажи на пазовые части ставится прокладка из миканита толщиной 0,5 *мм* и электрокартон толщиной 0,25 *мм*.

Передовые обмотчики в ряде депо при намотке и пайке бандажей применяют следующий метод.

Наматывают подряд с одного закрепления все бандажи якоря. Затем каждый бандаж пропаивают в одном-двух местах и разрезают проволоку между бандажами. Концы ее отгибаются. После этого пропаивают все бандажи (рис. 59). При такой последовательности операций сокращается время на закрепление бандажной проволоки и снижается ее расход.

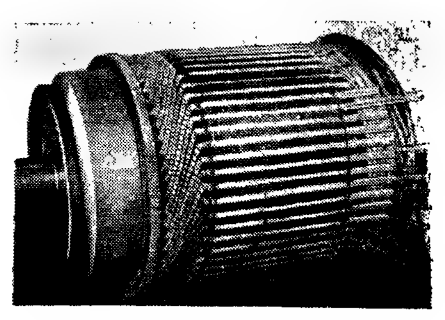


Рис. 58. Постановка клиньев

После пропайки бандажи очищают от канифоли кордщеткой, и якорь поступает в пропиточную для пропитки и окончательной отделки.

Изоляция лобовых частей якорей вспомогательных машин характеризуется большим разнообразием вариантов ее выполнения

у машин различных типов. Это разнообразие объясняется прежде всего различным рабочим напряжением машин. Лобовые части высоковольтных машин изолируются миканитом, лакотканью и пропитанным электрокартоном, а снаружи закрываются полотняным чехлом. Лобовые части якорей машин низкого напряжения изолируются пропитанным электрокартоном и, как правило, не покрываются полотняным чехлом. Учитывая, что в депо очень редко производится ремонт обмоток вспомогательных машин, а также то, что в депо имеются альбомы чертежей всех основных электрических машин, подробное описание изоляции лобовых частей вспомогательных машин не приводится.

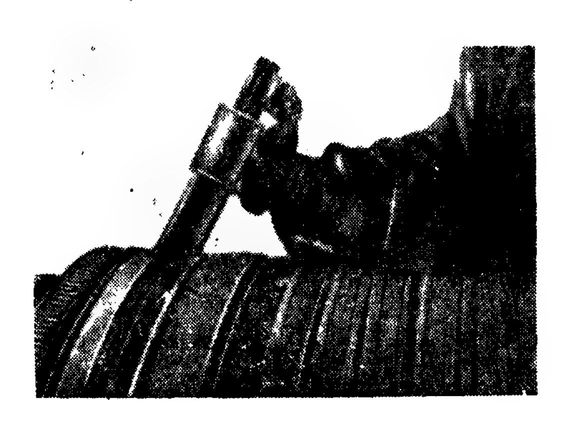


Рис. 59. Пайка бандажей

10. УСТРАНЕНИЕ ЭЛЛИПТИЧНОСТИ ГОРЛОВИН ОСТОВА

Правилами ремонта электрических машин установлены допустимые значения эллиптичности горловин остовов (значения ее приведены в табл. 10). Если эллиптичность горловин (как моторно-осевых, так и под подшипниковые щиты) превышает допустимые значения, то горловины следует расточить. Расточка горловин остова под моторно-осевые подшипники производится на специальных расточных станках. Во многих депо для расточки применяют вместо специальных станков различные приспособления и упрощенные конструкции расточных станков.

На рис. 60 дан схематический вид одного из расточных станков, а на рис. 61 — его кинематическая схема. Станок изготовлен в одном из депо и дает точность при расточке 0,03—0,05 *мм*. Вал *3* (см. рис. 60) станка приводится во вращение через зубчатый редуктор *1* двигателем *7*. Шестерня *2* сидит на валу на скользящей шпонке, так что вал может свободно перемещаться вдоль своей оси при одновременном вращении вокруг нее. На валу укреплен в специальном резцедержателе *5* резец.

Поступательное движение вал получает от винта *9* (см. рис. 61). Гайка *10* винта получает вращение от коробки скоростей через вспомогательный редуктор *6*. Отдельные узлы станка смонтированы на плите.

Станок имеет следующие технические данные: мощность двигателя 3 *квт*; скорость вращения двигателя 1 440 *об/мин*; продольная подача 0,15 *мм*; скорость резания 11 *м/мин*; скорость вращения резцового вала 18 *об/мин*.

Таблица 10

Наименование деталей и размеров	Тип машины	Размер новой детали в *мм*	Размер в *мм* после ремонта	
			среднего	пропиточного
Диаметр горловины остова под подшипниковый щит со стороны коллектора	ДПЭ-340, ДПЭ-400	585±0,05	585—592	585—592
	ДПИ-150, ДК-103	$420^{+0,06}$	420—430	420—432
	ДК-404	$520^{+0,06}$	520—526	—
	ДК-403, ЭК-12	$569^{+0,06}$	569—576	—
	ДК-402	$680^{+0,06}$	680—686	—
Со стороны мотора	ДК-401	$470^{+0,06}$	470—475	—
» » генератора	ДК-401	610±0,06	610—616	—
С обеих сторон	ДМГ-1500/50	$380^{+0,06}$	380—386	380—386
То же	ДК-601А, ДК-601Б	$560^{+0,06}$	560—564	560—564
Диаметр горловины остова под подшипниковый щит со стороны, противоположной коллектору	ДПЭ-340, ДПЭ-400	700±0,05	700—707	700—707
	ДПИ-150, ДК-103	$590^{+0,07}$	590—600	590—602
	ДК-403, ЭК-12	$500^{+0,06}$	500—506	500—506
Эллиптичность горловин остова под подшипниковые щиты, измеренная по двум перпендикулярным диаметрам в трех точках, расположенных под углом 120°:				
при расточке не более:	ДПЭ-340, ДПЭ-400	—	0,3	0,6
	ДК-103, ДПИ-150	—	0,08	—
	ДК-403	0,05	0,1	0,1
	ЭК-12	0,03		
	ДК-404	0,04		
	ДК-402	0,06		
	ДК-405	0,06	0,10	0,15
	ДМГ-1500/50	0,06	—	—
	ДК-601	—	0,1	—
без расточки не более:	ДПЭ-340, ДПЭ-400	—	0,3	0,6
	ДК-103, ДПИ-150	—	0,3	0,6
	ЭК-15, ДК-404, ДК-402	—	0,3	—
	ДМГ-1500/50	—	0,5	0,6
	ДК-601	—	0,5	0,5
Диаметр моторно-осевой горловины:				

Продолжение

Наименование деталей и размеров	Тип машины	Размер новой детали в *мм*	Размер в *мм* после ремонта	
			среднего	пропиточного
при расточке	ДПЭ-400 ДПЭ-340	$230^{+0,09}$	$230^{+0,09}$ $231^{+0,09}$ $232^{+0,09}$	$230^{+0,09}$ $231^{+0,09}$ $232^{+0,09}$ $233^{+0,09}$
без расточки	—	—	$230^{+0,2}$ $231^{+0,2}$ $232^{+0,2}$	$230^{+0,3}$ $231^{+0,3}$ $232^{+0,3}$ $233^{+0,3}$
	ДК-103* ДПИ-150	$210^{+0,045}$	$210^{+0,2}$ $211^{+0,2}$ $212^{+0,2}$	$210^{+0,3}$ $211^{+0,3}$ $212^{+0,3}$ $213^{+0,3}$
Эллиптичность и конусность моторно-осевых горловин:				
при расточке	ДПЭ-340 ДПЭ-400	0,9	0,09	—
	ДК-103 ДПИ-150	0,07	0,08	0,15
без расточки	ДПЭ-340 ДПЭ-400	—	0,2	0,3
	ДК-103 ДПИ-150	—	0,2	0,3
Расстояние между верхним и нижним поддерживающими носиками	ДПЭ-340 ДПИ-400	321^{+1}	321—326	321—330
	ДК-103 ДПИ-150	276	276—277	276—282

* Для ДПИ-150 и ДК-103 при расточке допуск на ремонтные размеры +0,09.

Тяговый двигатель монтируется на специальном основании и имеет возможность перемещаться горизонтально и вертикально для центровки с валом станка.

При расточке горловин остова следует брать только такую глубину резания, которая требуется для выведения эллиптичности. Излишнее снятие металла ведет к искусственному сокращению срока службы остова. Диаметры горловин остова после расточки следует проверять точным микрометрическим штихмасом. По полученным замерам диаметров обтачиваются предварительно наплавленные подшипниковые щиты с натягом 0,08—0,1 *мм*.

Моторно-осевые горловины следует растачивать с применением прокладок толщиной 0,35 *мм* между шапкой моторно-осевого подшипника и приливом остова. Прокладки необходимы для обеспечения

требуемой величины натяга подшипника при монтаже тягового двигателя с колесной парой.

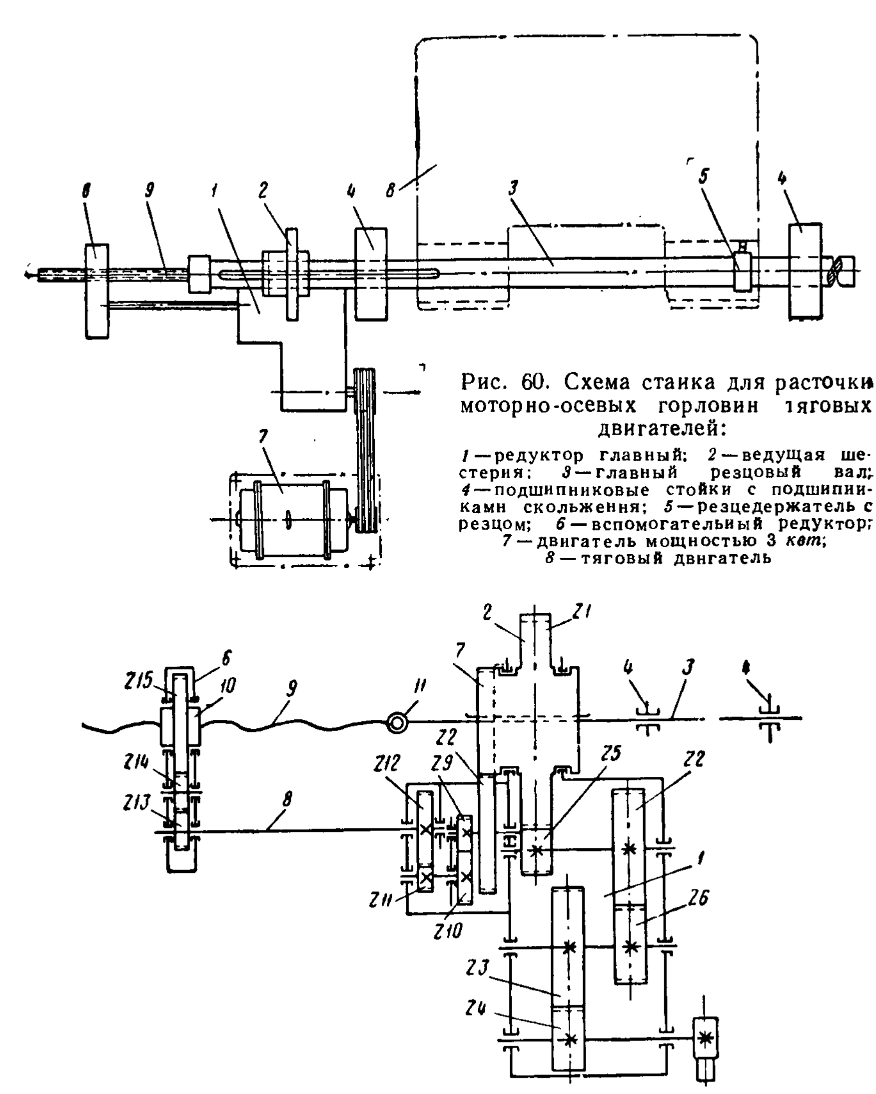


Рис. 60. Схема станка для расточки моторно-осевых горловин тяговых двигателей:

1 — редуктор главный; *2* — ведущая шестерня; *3* — главный резцовый вал; *4* — подшипниковые стойки с подшипниками скольжения; *5* — резцедержатель с резцом; *6* — вспомогательныйй редуктор; *7* — двигатель мощностью 3 *квт*; *8* — тяговый двигатель

Рис. 61. Кинематическая схема станка для расточки моторно-осевых горловин тяговых двигателей:

1 — коробка передач; *2* — ведущая шестерня; *3* — главный резцовый вал; *4* — подшипники скольжения главного вала; *5* — гибкий вал; *6* — вспомогательныйй редуктор, *7* — приводной шкив; *8* — вспомогательныйй вал; *9* — ходовой винт; *10* — гайка ходового винта, выполненная заодно с шестерней; *11* — шаровой шарнир

При отсутствии расточного станка или приспособления и при острой необходимости заварки трещины в моторно-осевой горловине

можно в отдельных, исключительных случаях обрабатывать шов после заварки вручную. Для этого после остывания остова при помощи зубила и наждачного круга снимают выступающий за край горловины металл. Затем шабровкой приводят место сварки к цилиндрической поверхности. Проверочным инструментом при этом является контрольная линейка с острой гранью и щупы 0,02—0,05 *мм*.

Операции по ручной обработке шва после заварки трещины в моторно-осевой горловине являются трудоемкими и дорогими и поэтому могут быть рекомендованы для применения лишь в исключительных случаях.

11. ВОССТАНОВЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ОПОРНЫХ НОСИКОВ ТЯГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Во время работы тягового двигателя его опорные носики, особенно верхний, испытывают большую статическую и динамическую нагрузки, поэтому их рабочие поверхности изнашиваются. Имеются случаи поломки планок носиков и ослабления или обрывов заклепок. Обычно эту неисправность своевременно не обнаруживают и на поверхности носика появляется местная выработка.

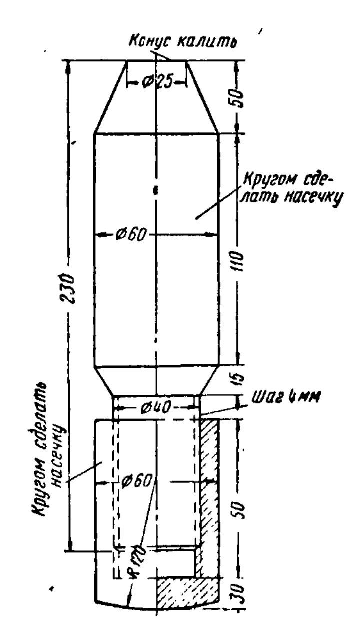


Рис. 62. Приспособление для клепки планок носиков тягового двигателя

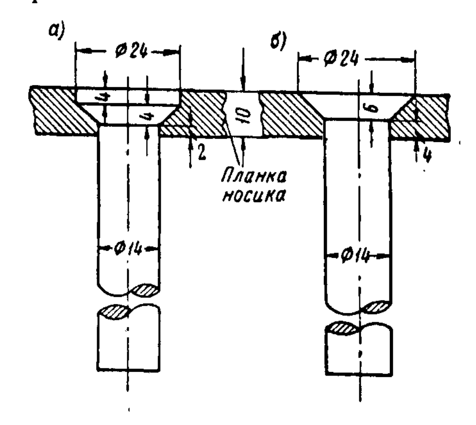


Рис. 63. Заклепки носика тягового двигателя

На ремонтных заводах эту выработку устраняют прострожкой носиков на продольно-строгальном станке. В электродепо соответствующего оборудования нет. Поэтому в условиях депо можно рекомендовать следующий способ восстановления носиков тягового дви-

гателя. Место выработки носика заваривается электродом УОНИ-13/55. После этого пиевматическим зубилом равномерно снимается верхний слой сварки на глубину 2—3 *мм* и поверхность носика зачищается мелким наждачным кругом.

Поверхность носика после обработки должна быть горизонтальной и ровной по всей плоскости; планка носика тягового двигателя должна прилегать по площади на 70—80%. После этого планку прижимают к носику при помощи приспособления, показанного на рис. 62, и центровыми кернами намечают центры отверстий для заклепок. Отверстия в планке сверлят и зенкуют по разметке в соответствии с чертежными размерами. Затем заклепки нагревают, вставляют в отверстия планки и носика, поджимают снизу винтовым приспособлением и ударами молотка расклепывают с другого конца. Для более качественного выполнения работы последнюю операцию следует выполнять двум рабочим: один придерживает планку и затягивает винтовое приспособление, другой греет заклепку и расклепывает ее. Головки остывших заклепок со стороны планки зачищаются наждачным кругом.

Опыт показал, что работают лучше планки, прикрепленные заклепками так, как показано на рис. 63, *а*, чем в соответствии с рис. 63, *б*, так как при износе планки рабочий диаметр головки заклепки не уменьшается и, следовательно, крепление планки не ослабевает.

12. ЭЛЕКТРОДЫ ДЛЯ ЗАВАРКИ ПОДШИПНИКОВЫХ ЩИТОВ И ОСТОВОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

Как уже отмечалось, остов тягового двигателя испытывает большие статические и динамические усилия. Поэтому материал остова должен быть прочным и упругим. Рекомендуется при сварочных работах применять присадочный материал по свойствам, близкий к основному металлу, т. е. с высоким пределом прочности и достаточным коэффициентом относительного удлинения.

Таким требованиям удовлетворяют электроды марки УОНИ-13/45, УОНИ-13/55, УОНИ-13/65. Цифры в знаменателе указывают предел прочности наплавленного металла, полученного при сварке электродами с данным вариантом покрытия. Все марки электродов УОНИ-13 обеспечивают исключительно высокое качество наплавленного металла и применяются для сварки особо ответственных конструкций, изготовляемых из сталей повышенной прочности при среднем содержании углерода. Сварку электродами УОНИ-13 можно производить только на постоянном токе.

В табл. 11 приведены механические свойства материала шва сварного соединения.

Кроме указанных электродов, применяются электроды Э-50А, Э-40 (ОММ-5, ЦМ-7) и Э-34 (электроды из сварочной проволоки с меловой обмазкой).

Хорошее качество сварного соединения получается при соблюдении правильного режима сварки, в частности величины сварочного тока.

Таблица 11

Марка электрода	Механические свойства металла шва		
	Предел текучести	Предел прочности	Относительное удлинение в %
	в $кг/мм^2$		
УОНИ-13/45	35—45	43—45	28—32
УОНИ-13/55	40—45	50—55	25—30
УОНИ-13/65	45—60	60—65	20—25

В табл. 12 приведена толщина покрытия электродов разных марок и величина сварочного тока в зависимости от их диаметра.

При отсутствии приборов для измерения величины сварочного тока нужно следить, чтобы не было подреза основного металла и чтобы электрод не нагревался более 500°C (появление темно-красного цвета) на расстоянии более 30 *мм* от конца, а также чтобы не было сильного разбрызгивания металла.

При сварке электродами ЦМ-7, ОММ-5 и Э-34 должна применяться прямая полярность, а при электродах УОНИ всех марок— обратная полярность (плюс подается на электрод).

Таблица 12

Марка электрода	Толщина покрытия электрода в *мм*			Величина тока в *а*		
	для электрода диаметром в *мм*					
	3	4	5	3	4	5
УОНИ-13/45	0,65—0,95	0,9—1,2	1,1—1,4	80—100	120—140	160—180
УОНИ-13/55	0,65—0,95	0,9—1,2	1,1—1,4	80—100	120—140	160—180
УОНИ-13/65	0,65—0,95	0,9—1,2	1,1—1,4	80—100	120—140	160—180
ОММ-5	—	—	—	—	160—200	220—250
ЦМ-7	—	—	—	—	160—180	210—240
Э-34	—	—	—	—	140—180	200—250

13. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО РАЗДЕЛКЕ И ЗАВАРКЕ ТРЕЩИН

Заварка трещин в остове тягового двигателя в большинстве случаев представляет собой сварку в стык двух стальных листов толщиной от 10 до 30—35 *мм*. Перед сваркой следует подготовить место сварки. Подготовка заключается в V-образной или X-образной разделке трещин. V-образную разделку (рис. 64, *а*) применяют при толщине стенки 10—25 *мм*. При большей толщине стенки следует применять X-образную разделку (рис. 64, *б*). Если же обратная сторона стенки недоступна для разделки, то при больших толщинах применяют U-образную разделку (рис. 64, *в*).

Всякая подготовка трещины к сварке характеризуется следующими данными:

а) углом раскрытия кромок α. Раскрытие кромок необходимо для провара шва на всю толщину металла. Величина угла раскрытия влияет на качество сварного соединения. При малых углах раскрытия может получиться непровар в глубине шва. Большие углы раскрытия вызывают перерасход электродов, удлиняют время

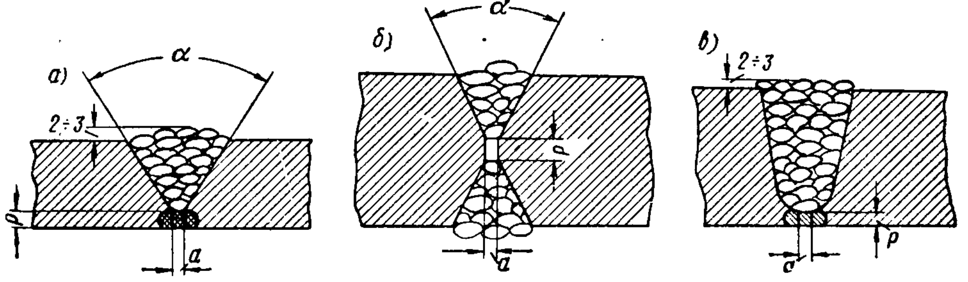


Рис. 64. Разделка шва под заварку:
а) V-образный шов; *б*) Х-образный шов; *в*) U-образный шов

сварки, а следовательно, приводят к большому нагреву металла и иногда к изменению его структуры. Опыт показал, что оптимальным углом раскрытия является угол в 60°;

б) притуплением кромок *p*. Притупление кромок также имеет большое влияние на качество сварного соединения. При больших значениях *p* может получиться непровар между кромками. При очень малых значениях *p* дуга быстро оплавляет кромки, и получившийся зазор трудно заплавить. Обычно притупление кромок должно быть в пределах 2—4 *мм*;

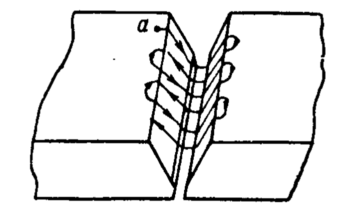


Рис. 65. Последовательность наложения сварочного шва

в) зазором между кромками *a*, который оказывает также вполне определенное влияние на качество шва. При отсутствии зазора дуга перескакивает с одной кромки на другую и может получиться непровар, а при больших значениях зазора его трудно заплавить металлом. Величина зазора обычно берется 1,5—2,5 *мм*.

Сварочный шов наносится в следующем порядке (рис. 65). Плоским электродом накладываются швы, заполняющие дно разделки. Затем нормальным электродом заполняется весь шов и делается так называемое усиление шва — возвышение его на 2—3 *мм* над плоскостью основного металла. С обратной стороны шва вырубается контрольная канавка глубиной 3 *мм* и шириной 10 *мм*, которая заваривается за один проход контрольным валиком.

При сварке перед наложением каждого слоя следует тщательно очистить от шлака предыдущий слой. Наложение первого слоя производится в следующем порядке. Дуга зажигается в точке *a*

(рис. 65). Затем она перемещается в глубь разделки, быстро переносится на другую кромку и далее идет по пути, показанному на рисунке. Наиболее распространенной является V-образная разделка трещин, так как трещины в остовах тяговых двигателей малодоступны для разделки изнутри. Поэтому в табл. 13 приведены режимы сварки применительно к V-образной разделке.

Таблица 13

Толщина металла в *мм*	Зазор в *мм*	Число слоев, кроме подварочного	Диаметр электрода в *мм*		Средние значения тока в *а*	
			Первый слой	Последующий слой	Горизонтальное положение	Вертикальное положение
10	1,5—3	2—3	4	5	150—210	160—230
12	2—3	3—4	4	5	150—210	160—230
14	2—3,5	4	4	5—6	150—280	160—300
16 и более	2,5 и более	4—6	4—5	6—7	150—360	160—350

При наплавке поверхности последующий валик перекрывает предыдущий по ширине на 30%. Наплавка больших поверхностей для уменьшения коробления ведется обратноступенчатым способом: валики четных слоев накладываются перпендикулярно валикам нечетных слоев. Угол наклона электродов 15—20°.

14. РАЗДЕЛКА И ЗАВАРКА ТРЕЩИН В ОСТОВАХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

После определения длины трещины ее засверливают по концам сверлом 6—8 *мм* на всю толщину металла. Затем при помощи пневматического зубила производят разделку трещины так, как описано выше. На рис. 66 показаны места, в которых наиболее часто появляются трещины. Трещины в точках *а*, *б*, *в*, *г* доступны для подварки изнутри и поэтому их заваривают V-образным швом. Трещины в точках *д* и *е* труднодоступны для разделки изнутри, и так как толщина металла в этом месте достигает 30—40 *мм*, то их разделывают по U-образной форме; с обратной стороны трещины после ее заварки приваривают накладку из 4—5-*мм* стали, прилегающую вплотную к внутренней поверхности остова. Эта накладка заменяет контрольный шов при V-образной разделке.

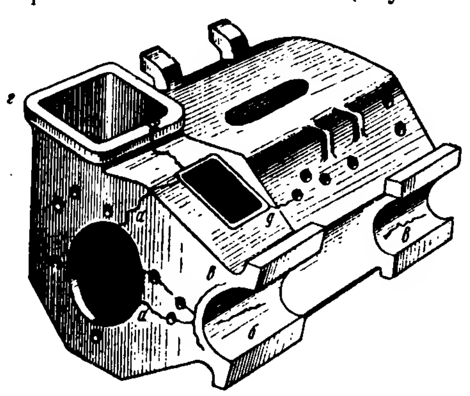


Рис. 66. Места появления трещин в остовах тяговых двигателей

Х-образный шов при заварке трещины в остовах тяговых двигателей почти не применяется из-за трудности внутренней разделки. После заварки трещины в моторно-осевой горловине следует наплавить всю внутреннюю поверхность горловины и моторно-осевой шапки.

Трещины длиной более 300 *мм* заваривают обратноступенчатым способом при длине участка 150—200 *мм*. Стенки моторно-осевой горловины толщиной менее 3 *мм* вырубают и в провалы вставляют заплаты из листовой стали марки Ст. 2 или Ст. 3. Не рекомендуется заваривать провалы площадью более $^1/_3$ поверхности горловины. Заварку трещин изнутри производят так, чтобы переход шва к прилегающим стенкам был по радиусу 35—40 *мм*.

Наплавка моторно-осевых горловин производится в три приема. Остов устанавливают горловиной вверх так, чтобы средняя часть горловины была горизонтальной, и производят наплавку средней части горловины на длине $^1/_3$ ее полуокружности. При наплавке вначале накладывается средний шов, а затем справа от него — четные швы и слева нечетные.

Затем остов перемещают так, чтобы следующая ненаплавленная часть горловины заняла горизонтальное положение, и производят ее наплавку так же, как первой части.

Наплавку оставшейся части горловины производят тоже при ее горизонтальном положении.

Приступать к расточке остова можно после двух-трех суток естественного остывания, чтобы снизились местные напряжения, которые возникли в его теле при сварке.

15. ВОССТАНОВЛЕНИЕ РЕЗЬБОВЫХ ОТВЕРСТИЙ

Восстановление резьбовых отверстий остова начинается с их заварки. При этом применяются электроды марок ЦМ-7 и ОММ-5. В отверстия диаметром более 50 *мм* вставляются конусообразные пробки, которые завариваются. При высоте стенки, равной более двух диаметров отверстия, последние раззенковывают перед заваркой и с обратной стороны делается подкладка из меди. Отверстия диаметром меньше 15 *мм* перед заваркой рассверливаются до диаметра 20—22 *мм*. После заварки отверстия поверхность остова зачищается шлифовальным кругом заподлицо с основным металлом, производится разметка и сверление отверстий, а также нарезка резьбы в них.

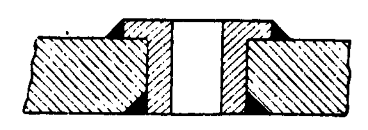


Рис. 67. Вваривание втулок при восстановлении резьбовых отверстий

Часто применяется вваривание втулок. Отверстие предварительно рассверливается до диаметра, равного $d + 4h$, где d — диаметр болта, а h — высота ниток резьбы. Края отверстия разделываются с обеих сторон так, как это показано на рис. 67. Вытачи-

вается втулка соответствующих размеров и запрессовывается в отверстие. После запрессовки втулка заваривается по разделке с обеих сторон и в ней нарезается резьба.

Когда повреждена резьба мелких отверстий в остове или якоре, их следует рассверлить ручной дрелью под ближайший больший диаметр и нарезать новую резьбу. Для обеспечения полной высоты ниток резьбы необходимо выбрать такой диаметр нового болта, чтобы внутренний диаметр новой резьбы был не меньше наружного диаметра старой резьбы. Материал нового болта следует взять по качеству не ниже качества стали марки сталь 45 или сталь 50.

В случае повреждения резьбовых отверстий в торце вала для крепления упорных шайб подшипника целесообразно просверлить новые отверстия со сдвигом на угол 60° относительно старых.

При повреждении резьбы для завертывания гайки, крепящей шестерню, вентилятор, якорь генератора управления или подшипник, старая резьба полностью срезается и нарезается новая.

16. РЕМОНТ КАТУШЕК ГЛАВНЫХ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ПОЛЮСОВ

При разборке двигателя может оказаться, что одна или несколько катушек полюсов имеют поврежденную изоляцию, следы прямого пробоя между медью катушек и корпусом двигателя, выгоревшие места изоляции, капли меди и т. д. Нередки случаи, когда при полной внешней целостности изоляции катушек сопротивление их выходит за пределы допустимых отклонений. При этих неисправностях следует снять катушки полюсов для их ремонта или замены. Если есть внешние признаки неисправности катушек, то разъединяют межкатушечные соединения только этих катушек; если же внешних признаков нет, то прежде всего разъединяют соединения между второй и третьей катушками, определяют по приборам группу катушек, в которой находится дефектная, и только после этого разъединяют межкатушечные соединения этой группы и находят при помощи прибора дефектную катушку, которую снимают.

Иногда необходимо снять одну или несколько катушек из-за попадания большого количества смазки в корпус двигателя. В этом случае вся поверхность катушек оказывается покрытой смазкой. Смазка просачивается между катушками и сердечниками полюсов; удалить ее можно извлечением катушек из остова. При среднем ремонте катушки снимают обязательно.

Снятие катушек. Прежде всего снимают изоляцию с межкатушечных соединений, после чего они разъединяются. Для этого двигатель ставят вертикально коллекторной камерой вниз, отвертывают болты добавочных полюсов и вынимают их специальным приспособлением, отвертывают болты главного полюса и при помощи приспособления, показанного на рис. 68, и крана вынимают полюс из остова. После выемки сердечника полюса с катушкой из остова катушку снимают с сердечника. Обычно катушки вследствие усыхания изоляции при длительной эксплуатации сни-

маются довольно легко. Если катушка не снимается, необходимо ее нагревать током от многоамперного агрегата испытательной станции, равным 125% часового тока двигателя, в течение 20 *мин*. После подогрева катушка легко снимается.

Снятые сердечники полюсов размечают тем или иным способом по месту их установки и ввертывают крепежные болты в свои отверстия.

Ремонт катушек. В электродепо может быть выполнен ремонт, который не требует перемотки катушек, т. е. смена вывод-

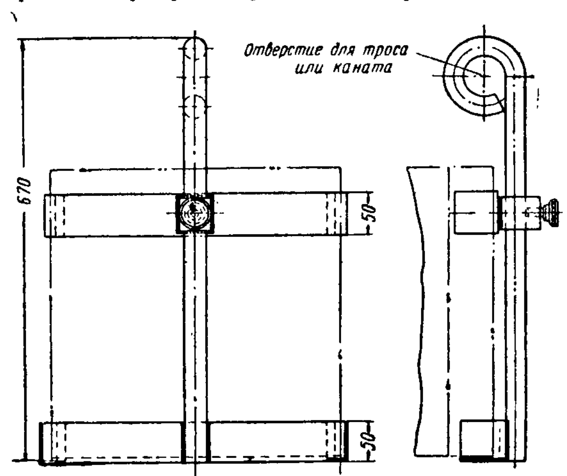


Рис. 68. Приспособление для снятия главных полюсов тягового двигателя

ного кабеля, смена изоляции катушки, устранение поверхностного повреждения верхнего витка катушки. При смене выводного кабеля снимают изоляцию вокруг выводов, и это место обертывают асбестом. Затем паяльной лампой нагревают патрон, в который впаяи выводной кабель, и последний выпаивается. От нового кабеля отрезают кусок требуемой длины и зачищают оба его конца на длине 35—40 *мм*. Зачищенные места обвязывают на концах тонкой медной проволокой в два оборота, чтобы проволочки кабеля не расходились. Концы кабеля лудятся в паяльной ванне, при этом их все время посыпают мелко раздробленной канифолью. Катушка зажимается в тиски так, чтобы патрон, в который должен быть впаян кабель, стоял вертикально. Затем патрон нагревают лампой. Когда олово начнет плавиться, в патрон вставляют кабель. Чередуя нагрев места пайки с добавкой олова и канифоли, пайку продолжают до тех пор, пока олово не перестанет поглощаться. Нагрев прекращают и, придерживая кабель, дают олову застыть. После остывания места пайки снимают крупным напильником капли олова и производят изолировку катушки. Для изоляции катушки применяется микалента шириной 20—30 *мм*, укладываемая в несколько рядов вполу-

перекрышу до выравнивания с основной изоляцией катушки. При намотке необходимо ленту натягивать туго для более плотной укладки слоев и промазывать шеллаком или лаком № 462. В углах катушек ленту подрезают по ширине, чтобы не создавалось морщин. В табл. 14 приведены данные по изоляции катушек тяговых двигателей.

Таблица 14

Тип машины	Катушка	Марка провода и размер в *мм*	Количество витков в катушке	Асбестовая лента толщиной 0,4 *мм*	Микалента 0,13×30 *мм*	Киперная лента 0,4×30 *мм*
НБ-406	Главного полюса	МГМ 4,1×32	48	Один слой	6 слоев вполуперекрышу	Слой в стык и слой вполуперекрышу
	Дополнительного полюса[1]	МГМ 4,4×28	33	То же	То же	То же
ДПЭ-400	Главного полюса	МГМ 2,63×35	67	»	»	»
	Дополнительного полюса[1]	МГМ 3,4×35	55	»	»	»
ДК-103	Главного полюса	МГМ 1×35	87	»	»	»
	Дополнительного полюса	МГМ 1,68×22	56	»	»	»
ДПИ-150	Главного полюса	МГМ 2,83×32,8	33	»	4 слоя вполуперекрышу	»
	Дополнительного полюса	МГМ 2,63×35,3	27,5	»	То же	»

[1] Для тяговых двигателей НБ-406 и ДПЭ-400 покровная изоляция катушек дополнительных полюсов производится киперной лентой размером 0,45×40 *мм*.

Киперный бандаж сменяется на всей катушке; конец каждой ленты закрепляется прошивкой суровыми нитками. После ремонта катушка должна быть подвергнута компаундированию или при отсутствии соответствующей установки — двукратной пропитке.

Иногда при пробое на корпус наблюдается небольшое поверхностное повреждение верхнего витка катушки. В этом случае катушку можно отремонтировать, заплавив выгоревшие места оловом. При этом нужно следить, чтобы витки не замкнулись между собой.

У электровозных тяговых двигателей имеются случаи облома выводных патронов катушек. Такие катушки ремонтируют следующим образом. Патрон распаивается с кабелем и отделяется от медной шины, место старой сварки тщательно зачищают. Обломанный виток катушки запиливают в виде клина и из новой шинки делают заготовку обломанной части. На аппарате для контактной электросварки или при помощи газовой горелки эти шинки сваривают. Остывшее место

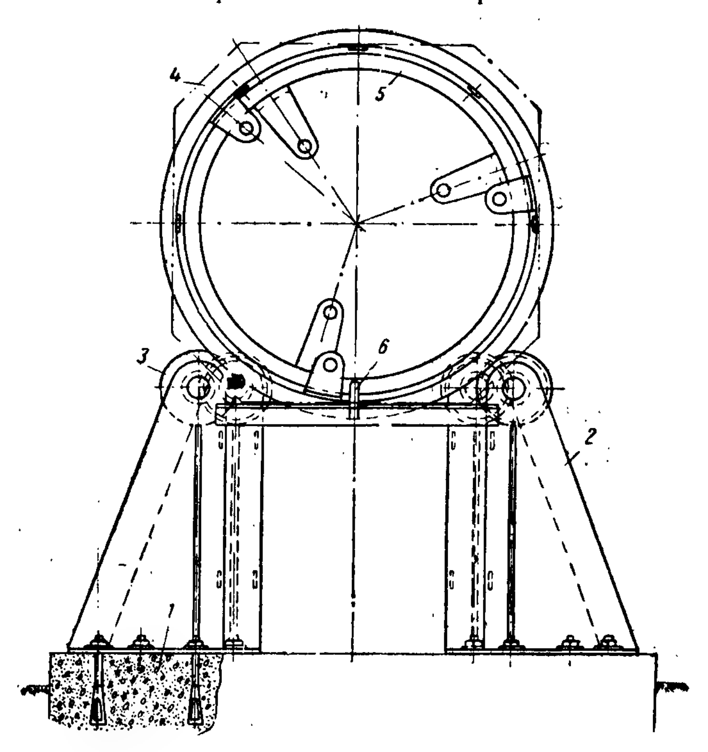


Рис. 69. Стенд для сборки полюсов в остове тягового двигателя:
1 — фундамент; 2 — опоры; 3 — катки; 4 — остов двигателя; 5 — кольца для крепления остова; 6 — фиксаторы

сварки опиливают до размера основной шинки. Таким же образом приваривают выводные патроны.

Отремонтированные катушки проверяют на витковое замыкание и измеряют их омическое сопротивление.

Постановка катушек в остов. Отремонтированные катушки перед насадкой на сердечник должны быть нагреты в печи или пропуском через них тока. Напрессовка сердечника производится на прессе. Если для постановки в остов приготовлена катушка из запаса, то перед напрессовкой на сердечник должна быть проверена ее полярность. В случае слабой посадки катушки на сердечнике необходимо уплотнить ее прокладками из пропитан-

ного прессшпана. Прокладки ставятся как по ширине, так и по высоте катушки, между пружинным фланцем и катушкой. Сборку полюсов в остове удобно выполнять на специальном стенде, показанном на рис. 69. После постановки катушек в остов проверяют расстояние между сердечниками полюсов (расстояния приведены в табл. 15). Для этого все катушки временно соединяют между собой, проверяют чередование их полярности по компасу и измеряют сопротивление их изоляции.

Таблица 15

Наименование размеров	Тип машины	Размер для новой детали в *мм*	Для всех видов ремонта в *мм*
Расстояние между сердечниками главных полюсов	ДПЭ-340, ДПЭ-400	647,0	647±1
	ДК-103, ДПИ-150	450+1,04	448,8—451,2
	ДК-403	360—362	360±1,0
	ЭК-12	361	362±0,5
	ДК-404	360	361±0,5
	ДК-402	465	465±0,5
Сторона мотора	ДК-401	462	462±0,5
» генератора	ДК-401	363,3	363,3±0,5
» мотора	ДМГ-1500/50	227,0	227,5—226,6
» генератора	ДМГ-1500/50	226,6	227,1—226,2
	ДК-601А, ДК-601Б	$360^{+1,08}_{-0,8}$	361,5—359,0
	ДК-601Г	$367^{+1,08}_{-0,8}$	368,5—366
	ЭК-15	$335^{+0,46}_{-0,41}$	335,6—334,55
	ДК-406	$328^{+0,46}_{-0,41}$	329—328,05
Расстояние между сердечниками дополнительных полюсов	ДПЭ-340, ДПЭ-400	648±1,0	648±1,0
	ДК-103, ДПИ-150	$450^{+0,7}_{-0,6}$	449,1—452
	ДК-403	361	361±1,0
	ЭК-12	365	365±0,5
	ДК-404	361	361±0,5
	ДК-402	471	471±0,5
	ДК-401	468	468±0,5
	ДК-401	469	469±0,5
	ДМГ-1500/50	234	233,6—234,5

Изоляция катушек испытывается в течение 1 *мин* напряжением, превышающим на 10% испытательное, установленное для проверки электрической прочности изоляции электрической машины при испытании на стенде после ремонта.

Затем соединяют межкатушечные соединения и до их изолировки проверяют величину активного сопротивления. Изолировку межкатушечного соединения производят в следующей последовательности. Лентой из натуральной резины выравнивается резиновая изоляция кабеля (для герметизации межкатушечного соедине-

ния), накладываются вполуперекрышу два-три слоя микаленты, два слоя ленты из лакоткани, слой прорезиненной ленты и все покрывается бандажом из киперной ленты.

Другой способ изолировки межкатушечных соединений состоит в том, что после соединения зажимов изоляция выравнивается путем заполнения всех выемок изоляционной замазкой, состоящей из 20 частей лака № 458, 60 частей маршалита и 20 частей асбестового волокна. Замазка быстро твердеет на воздухе и поэтому ее следует хранить в воде. Поверх замазки наматывается вполуперекрышу слой тафтяной или киперной ленты, 6 слоев ленты из лакоткани, еще 2 слоя тафтяной или киперной ленты и затем бандаж из изоляционной ленты и шпагата.

Рис. 70. Восстановление кабельной изоляции: 1 — жила кабеля; 2 — резиновая изоляция; 3 — хлопчато-бумажная оплетка; 4 — лента из натуральной резины; 5 — бандаж из прорезиненной ленты

Для предотвращения касания и трения межкатушечных соединений о корпус и между собой их обертывают листовой резиной и крепят веревочным бандажом к скобам корпуса. При монтаже межкатушечных соединений и кабельных перемычек необходимо иметь в виду, что только жесткая, монолитная конструкция пучков проводов, прикрепленных к корпусу, обеспечивает долговечную и безаварийную работу двигателя.

При ремонте катушек необходимо отремонтировать и изоляцию выводных кабелей. Поврежденная резиновая изоляция кабелей восстанавливается натуральной резиной. Перед наложением резины производят разделку старой изоляции, как показано на рис. 70. Затем лентой из натуральной резины восстанавливают прежние размеры резиновой изоляции. Сверху накладывают бандаж из двух слоев прорезиненной ленты. Резиновую ленту накладывают вполуперекрышу и при наложении натягивают.

ГЛАВА VII

РЕМОНТНЫЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ОДНОВРЕМЕННО С ПРОПИТКОЙ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Длительность пропитки якорей и катушек полюсов 3—4 дня. Одновременно с пропиткой ремонтируются остальные детали и узлы машин: щеткодержатели, их кронштейны, траверсы, подшипники, подшипниковые щиты, крышки коллекторных люков и другие мелкие детали.

Износ, трещины и другие механические неисправности у большинства этих узлов устраняются сваркой с последующей обработкой деталей на станке. Сварка требует большого внимания, тщательности выполнения, так как от этого зависит качество ремонта

2. РЕМОНТ ПОДШИПНИКОВЫХ ЩИТОВ

При пропиточном и среднем ремонте электрических машин в случае необходимости производится наплавка и обточка посадочных поверхностей подшипниковых щитов, лабиринтовых канавок и заварка трещин в щитах.

Наплавка посадочных поверхностей щитов производится не сплошным слоем, а отдельными, расположенными диаметрально друг относительно друга участками длиной 80—100 *мм*, с постепенным оплавлением всей поверхности. Такой порядок исключает возможность коробления щита при наплавке. Толщина наплавленного слоя должна быть 3—4 *мм*. При этом применяются те же марки электродов, что и при заварке трещин в остове.

Щит после заварки обтачивают на токарном станке в четырехкулачковом патроне. Перед обточкой по индикатору тщательно выверяют посадочную поверхность под посадку подшипника на отсутствие биения в радиальном и осевом направлениях. Биение не должно превышать 0,015—0,02 *мм*. После этого посадочная поверхность щита обтачивается с натягом по отношению к горловине 0,08—0,1 *мм*. Обточка может быть значительно ускорена, если применять для центровки подшипниковых щитов приспособления, показанные на рис. 71. Устройство их основано на том, что кольцо *1* самоцентрируется при затяжке гайки *3* на конусе *2*. Применение подобных приспособлений иллюстрируется рис. 72, *а* и *б*.

Наименование размеров	Тип машины	Размер для новой детали в *мм*	Допускаемый размер в *мм* при выпуске из ремонта	
			среднего	пропиточного
Натяг при посадке подшипниковых щитов в горловины остова	ДПЭ-340	0,0—0,15	0,02—0,23	0,00—0,23
	ДПЭ-400	0,02—0,23	0,02—0,23	0,00—0,23
	ДК-103, ДПИ-150	+0,06 —0,05	+0,12 +0,02	+0,12 —0,00
	ДК-601	+0,70 —0,35	+0,70 —0,35	+0,70 —0,35
	ДМГ-1500/50	+0,045 —0,055	+0,06 —0,055	+0,06 —0,055
Эллиптичность посадочной поверхности подшипникового щита	ДПЭ-340, ДПЭ-400	0,05	0,06	0,08
	ДК-103, ДПИ-150	0,04	0,04	0,06
Эллиптичность или конусность гнезда для посадки подшипника не более:				
со стороны коллектора	ДК-103 ДПИ-150	0,046	0,046	0,050
со стороны, противоположной коллектору	ДК-601	0,04	0,04	0,04

Таблица 17

Тип подшипника	Тип машины	Величина натяга в *мм*
22426Ж; 32426Ж; 42426Ж	ДПЭ-340, ДПЭ-400	+0,018 —0,075
32422	ДК-103	+0,018 —0,07
62417	ДПИ-150	+0,016 —0,06
315	ДК-601	+0,014 —0,052
32413	ДК-601	+0,000 +0,065
Скольжения	ДК-402	+0,085 +0,025

В табл. 16 приведены значения допустимой эллиптичности подшипниковых щитов и натягов при посадке их в остов, а в табл. 17 указаны натяги при запрессовке подшипников в щит.

Следует отметить, что подшипники, бывшие в эксплуатации, обычно имеют наружный диаметр на 0,02—0,03 *мм* меньше чертеж-

ного. Поэтому при расточке внутренних посадочных поверхностей щитов следует замерить наружный диаметр того подшипника, который будет запрессован в данный щит, и растачивать его с учетом

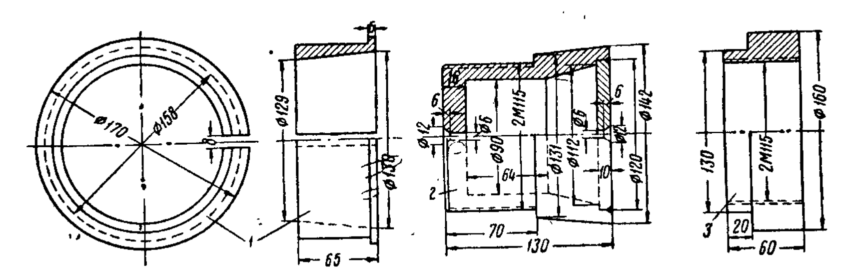


Рис. 71. Детали приспособления для самоцентровки подшипникового щита: 1 — упругое разрезное кольцо; 2 — конус; 3 — гайка

этого размера. В противном случае во время эксплуатации возможен проворот кольца подшипника.

Образовавшиеся в подшипниковых щитах трещины, кроме тех, восстановление которых запрещено правилами ремонта, подвергают разделке под U-образный сварочный шов и заваривают. После заварки и остывания в течение не менее суток при необходимости производят слесарную обработку шва.

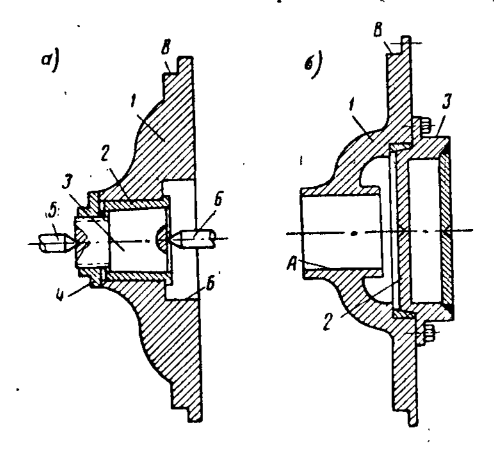


Рис. 72. Приспособление для центровки подшипникового щита на токарном станке при расточке по двум посадочным поверхностям:

1 — подшипниковый щит; 2 — разрезное центрирующее кольцо; 3 — конус; 4 — гайка; 5 — центр патрона; 6 — центр задней бабки; а — обточка поверхностей Б и В; б — обточка поверхностей А и В

3. РЕМОНТ ЩЕТКОДЕРЖАТЕЛЕЙ

Снятые щеткодержатели очищают от пыли и грязи и разбирают. Корпуса их вываривают в 10%-ном растворе едкого натра (каустическая сода), после чего для обезжиривания их протравливают в смеси, состоящей из двух частей азотной кислоты и одной части серной кислоты, и промывают сначала холодной, а затем горячей водой. Промытый и просушенный корпус подвергают тщательной дефектировке, осмотру и обмеру для определения степени износа и выявления трещин.

Естественному износу подвергают следующие места корпуса щеткодержателя: окна для щеток, стенки вырезов для нажимных

пальцев и стенки щеткодержателя у оси нажимного пальца. Размеры окон измеряют штангенциркулем или проверяют проходными и непроходными калибрами.

Особое внимание следует обращать на износ окон щеткодержателей под щетки. В табл. 18 приведены допустимые размеры окон, а в табл. 25 — зазоры между щеткой и щеткодержателем для различных видов ремонта. При износе окон сверх допустимого размера производят наплавку изношенных мест газосваркой и обработку их под чертежные размеры.

Кроме износа от трения подвижных деталей и щеток, нередко встречаются трещины в корпусе щеткодержателя. Особенно часто они появляются в стенках корпуса в месте перехода горизонтальной части в вертикальную, в стенках окон для щеток и в гребенке. Трещины разделываются и завариваются. Запрещается заварка трещин у основания прилива для крепления щеткодержателя. Такой щеткодержатель подлежит замене. Заварку трещин и выработок производят ацетилено-кислородным пламенем с предварительным подогревом. В качестве присадочного материала используют сварочную проволоку «тобино» диаметром 4—6 *мм*.

Обработку корпусов щеткодержателей после заварки производят на фрезерных, строгальных и протяжных станках. При обработке окон для щеток корпус щеткодержателя устанавливают на протяжной станок, на котором снимают излишки наплавленного металла со стенок окна до получения требуемого размера. При этом должно быть строго выдержано, помимо размеров окон, расстояние от вершины зуба гребенки до центра окна. В табл. 18 приведено это расстояние для некоторых щеткодержателей.

Обработку окон можно производить и на поперечно-строгальном станке с применением специального приспособления для крепления щеткодержателя и резцов с широкой режущей кромкой. Гребенки после заварки также обрабатывают на строгальном станке, но уже резцом с треугольной режущей кромкой. Шаг гребенки берут по чертежу. Обработку остальных мест после заварки удобно производить на вертикально-фрезерном станке торцовыми фрезами.

После станочной обработки необходимо производить ручную шлифовку личным напильником и мелкой наждачной шкуркой. При отсутствии трещин в гребенке небольшие забоины на ней устраняют вручную трехгранным напильником. Вручную также можно устранить выработку боковых стенок вырезов для пальцев щеткодержателей глубиной не более 1—1,2 *мм* на две стороны.

Отремонтированный корпус щеткодержателя окрашивают снаружи глифталевой нитроэмалью № 1201. Контактное место для крепления шунта зачищают.

Запрещается восстанавливать размеры окон путем осаживания стенок ударами молотка, так как это часто приводит к образованию скрытых трещин, которые могут явиться причиной изломов щеткодержателя во время работы машины на линии.

При осмотре гибких кабелей следует обращать внимание на их

состояние, целостность медных жил и качество пайки наконечников. Бракуются кабели, имеющие обрыв более 5% медных жил, следы перегрева, выплавившиеся наконечники и износ наконечников выше нормы. Забракованные кабели заменяют новыми, сплетенными из гибкого медного шнура диаметром 4—5 *мм*.

Для щеткодержателя ДК-103 кабель сплетается из трех прядей, и для щеткодержателей ДПИ-150, ДПЭ-400, ДПЭ-340 и НБ-406— за четырех-пяти прядей. После сплетения кабеля его сплющивают до толщины 2—3 *мм* и напаивают наконечники, изготовленные из

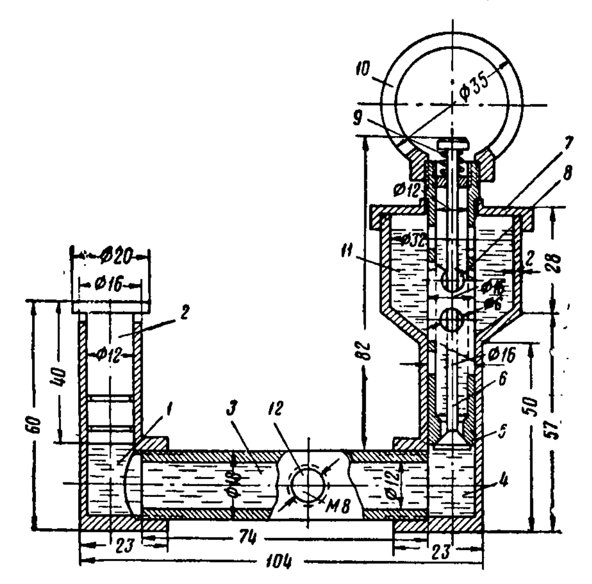


Рис. 73. Масляный динамометр для измерения давления пальцев щеткодержателя:

1 — поршневой цилиндр; *2* — поршень; *3* — соединительная трубка; *4* — цилиндр насоса; *5* — поршень насоса; *6* — шток клапана; *7* — крышка цилиндра; *8* — отверстия в поршне; *9* — пружина; *10* — ручка; *11* — масло; *12* — отверстие для манометра

медной пластины по чертежным размерам и облуженные. Затем облуживают концы медного кабеля на длину наконечника, надевают наконечники на кабель, нагревают их до плавления олова и ударом молотка сплющивают, после чего в ванне с нагретым оловом производят их пайку. Для очистки металла от окиси место пайки следует посыпать мелкоистолченной канифолью. Применение при пайке кислот категорически запрещается. После остывания в наконечниках сверлят отверстия под заклепки и болты.

Нажимные пальцы щеткодержателей не должны иметь трещин и перекосов щек относительно оси отверстий. Для защиты от коррозии их покрывают защитным покрытием — цинкуют или никелируют. Нажимные пальцы щеткодержателей тягового двигателя ДК-103 выпуска до 1952 г., состоящие из одной пружины, свитой

Таблица 18

№ по пор.	Наименование размеров	Тип машины	Размер для новой детали в *мм*	Допускаемый размер в *мм* при выпуске из ремонта	
				среднего	пропиточного
1	Ширина окна щеткодержателя	ДПЭ-340	$12{,}5^{+0{,}1}$	$12{,}5^{+0{,}2}$	$12{,}5^{+0{,}25}$
		ДПЭ-400	$16{,}0^{+0{,}1}$	$16{,}0^{+0{,}2}$	$16{,}0^{+0{,}25}$
		ДК-103	$12{,}5^{+0{,}1}$	12,5—12,7	12,5—12,75
		ДПИ-150	$20^{+0{,}1}$	20—20,2	20—20,25
	Сторона мотора	ЭК-12, ДК-402, ДК-401	$10^{+0{,}1}$	$10^{+0{,}2}$	$10^{+0{,}3}$
	» генератора	ДК-401	$16^{+0{,}1}$	$16^{+0{,}2}$	$16^{+0{,}3}$
		ДК-403, ДК-404	$8^{+0{,}1}$	$8^{+0{,}2}$	$8^{+0{,}3}$
		ЭК-15	$10^{+0{,}1}$	$10^{+0{,}25}$	$10^{+0{,}4}$
		ДК-406	$8^{+0{,}1}$	$8^{+0{,}25}$	$8^{+0{,}4}$
		ДК-601	$8^{+0{,}1}$	$8^{+0{,}15}$	$8^{+0{,}2}$
	» генератора	ДМГ-1500|50	$12{,}5^{+0{,}1}$	$12{,}5^{+0{,}2}$	$12{,}5^{+0{,}3}$
	» мотора	ДМГ-1500|50	$10^{+0{,}1}$	$10^{+0{,}2}$	$10^{+0{,}3}$
		ДК-405	$16^{+0{,}1}$	$16^{+0{,}15}$	$16^{+0{,}2}$
2	Длина окна щеткодержателя	ДПЭ-340	$100^{+0{,}4}$	$100^{+0{,}6}$	$100^{+0{,}7}$
		ДПЭ-400	$100^{+0{,}3}$		
		ДК-103	$64^{+0{,}3}$	$64^{+0{,}5}$	$64^{+0{,}7}$
		ДПИ-150	$50^{+0{,}05}$	$50^{+0{,}5}$	$50^{+0{,}7}$
		ДПИ-150	$100^{+0{,}2}$	$100^{+0{,}5}$	$100^{+0{,}7}$
		ДВ-18, ДК-403, ДК-402, ДК-404	$25^{+0{,}15}$	$25^{+0{,}45}$	$25^{+0{,}60}$
		ЭК-12	$20^{+0{,}15}$	$20^{+0{,}45}$	$20^{+0{,}60}$
	Сторона мотора	ДК-401	$40^{+0{,}15}$	$40^{+0{,}25}$	$40^{+0{,}35}$
	» генератора	ДК-401	$80^{+0{,}03}$	$80^{+0{,}45}$	$80^{+0{,}55}$
	То же	ДМГ-1500|50	$32^{+0{,}17}$	$32^{+0{,}3}$	$32^{+0{,}4}$
	Сторона мотора	ДМГ-1500|50	$25^{+0{,}14}$	$25^{+0{,}3}$	$25^{+0{,}35}$
		ЭК-15, ДК-406	$25^{+0{,}15}$	$25^{+0{,}35}$	$25^{+0{,}45}$
		ДК-601	$25^{+0{,}15}$	$25^{+0{,}3}$	$25^{+0{,}4}$
3	Давление пальца на щетку в *кг*	ДПЭ-340	2,5—3,5	2,5—3,5	2,5—3,5
		ДПЭ-400	3,0—3,8	3,0—4,0	3,0—4,0
		ДК-103	2,0—2,5	2,0—2,5	2,0—2,5
		ДПИ-150	3,0—4,0	3,0—4,0	3,0—4,0
		ДВ-18, ДК-403	0,65—0,75	0,65—0,75	0,65—0,75

№ по пор.	Наименование размеров	Тип машины	Размер для новой детали в *мм*	Допускаемый размер в *мм* при выпуске из ремонта	
				среднего	пропиточного
		ЭК-12, ДК-404, ДК-402	0,65—0,75	0,65—0,75	0,65—0,75
	Сторона мотора	ДК-401	0,75—0,95	0,75—0,95	0,75—0,95
	» генератора	ДК-401	2,75—3,20	2,75—3,20	2,75—3,20
	» мотора	ДМГ-1500'50	0,75	0,7—0,8	0,7—0,8
	» генератора	ДМГ-1500|50	1,08	1,0—1,2	1,0—1,2
		ДК-601	0,7—0,9	0,7—0,9	0,7—0,9
		ЭК-15	1,0—1,3	1,0—1,3	1,0—1,3
		ДК-406	0,6—0,8	0,6—0,8	0,6—0,8
4	Расстояние от вершины зуба гребенки до центра окна	ДК-103	3,0±0,1	3,1—2,7	3,1—2,5
		ДПИ-150	111±0,05	111,05—110,3	111,05—111

в спираль, защищаются от коррозии окраской лаком № 462 или 447.

Гибкие кабели крепятся к нажимному пальцу заклепками из 4-*мм* медной проволоки. Перед клепкой облуживается нажимной сухарик. По окончании клепки сухарик и наконечник для создания плотного контакта между ними пропаиваются.

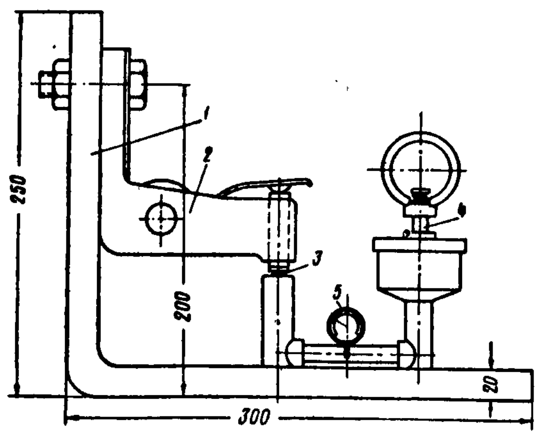


Рис. 74. Измерение давления нажимных пальцев щеткодержателя:
1 — основание; *2*—щеткодержатель; *3* — плунжер; *4*—насос; *5*—манометр

Остальные детали щеткодержателя, если они по своим размерам не выходят за пределы нормы допусков и износов, проходят тщательную очистку, с них снимают заусенцы и опиливают мелкие выработки. Детали с недопустимым износом заменяют новыми.

После ремонта отдельных деталей щеткодержатель собирают и регулируют. При этом добиваются одинакового давления нажимных пальцев на щетки (см. табл. 18) и ровного, без заедания хода их. Разница в давлении пальцев одного щеткодержателя допускается не более 0,5 *кг*.

Давление нажимных пальцев щеткодержателей измеряют при помощи масляного динамометра (рис. 73). Для этого на основании *1*

укрепляют щеткодержатель 2 (рис. 74). Давление от щетки передается на плунжер 3 масляного динамометра; давление масла создается поршневым насосом 4.

Давление нажимного пальца щеткодержателя в килограммах показывает манометр 5. Регулировку давления пальцев у разных конструкций щеткодержателей производят различно. Так, например, у щеткодержателей двигателей ДПЭ-340 и ДПИ-150 регулировку производят поворотом храповичка; у щеткодержателя двигателей ДПЭ-400 и ДК-103 — поворотом валика и фиксированием шплинтом; у щеткодержателей вспомогательных машин типов ДК-601, ДК-401 и ДК-405 — поворотом валика за специальный рычажок и т. д.

Качество сборки щеткодержателя характеризуется, кроме того, отсутствием касания нажимным пальцем боковых стенок выреза в корпусе щеткодержателя. Особенно часто такое касание наблюдается у щеткодержателей старого образца двигателя ДК-103.

Для устранения этого недостатка рекомендуется ставить на валик по обе стороны пружины направляющие шайбы диаметром 60 и толщиной 1 *мм*.

Чтобы предотвратить заедание нажимных пальцев в шарнире и появление очагов ржавчины, рекомендуется в каждый шарнир пустить по нескольку капель масла МВП или минерального машинного масла. Но при этом нужно следить за тем, чтобы избыток масла не вытекал из шарнира, так как в противном случае масло может вытечь через отверстия в корпусе щеткодержателя и попасть на коллектор машины. После окончательной сборки и регулировки щеткодержатель протирают чистой полотняной тряпкой и еще раз окрашивают наружную поверхность корпуса нитроэмалью № 1201.

Примечание. В настоящем параграфе не отмечена особенность ремонта щеткодержателей мотор-компрессоров ЭК-12 и ЭК-15. Щеткодержатели их выполнены за одно целое с кронштейном, т. е. корпус щеткодержателя является одновременно и корпусом кронштейна.

Так как ремонт изоляции такого щеткодержателя аналогичен ремонту изоляции кронштейнов щеткодержателей других машин, то его следует производить по технологии, изложенной ниже в данной главе.

4. РЕМОНТ КРОНШТЕЙНОВ ЩЕТКОДЕРЖАТЕЛЕЙ

Кронштейн протирают ветошью, смоченной спиртом или бензином, и затем оцинкованные части очищают до блеска кордщеткой. На местах, покрытых лаком или эмалью, снимают верхний, загрязненный слой покрытия. После очистки кронштейна производится осмотр, при котором проверяют отсутствие трещин в корпусе, состояние изоляторов (отсутствие трещин, подгаров, повреждений глазури и качество их посадки (отсутствие проворота их на пальце), состояние ниток гребенки и резьбы в отверстиях кронштейна. Мегомметром измеряют величину сопротивления изоляции между корпусом кронштейна и пальцами. Кронштейны с пониженным сопротивлением изоляции (ниже 100 *мгом*) подвергают сушке при 100—

120°С. Перед сушкой необходимо удалить компаундную заливку кронштейна. В процессе сушки следует периодически проверять величину сопротивления изоляции. Прекращение роста сопротивления изоляции свидетельствует об отсутствии влаги в изоляции кронштейна, и сушку можно прекратить.

Обычно сушка производится в течение 10—18 *ч*. Сопротивление изоляции обычно составляет 200—500 *мгом*.

Кронштейны с поврежденной изоляцией подвергаются перепрессовке пальцев. Для этого к пальцам укороченными болтами привинчивается планка *1* (рис. 75), имеющая в середине отверстие для

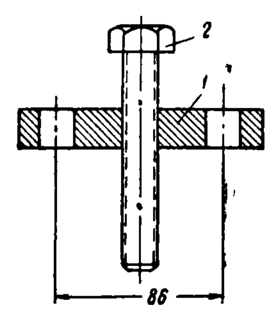


Рис. 75. Приспособление для выпрессовки пальцев кронштейнов щеткодержателей:
1 — планка; *2* — болт

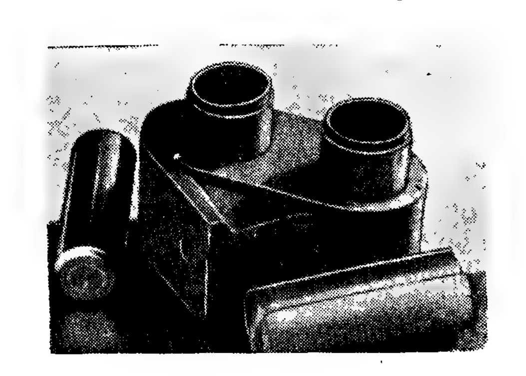


Рис. 76. Изоляция пальцев кронштейнов щеткодержателей

болта *2*. Болт *2* упирается в корпус кронштейна и выжимает пальцы из корпуса. Кронштейн при этом зажимается в слесарных тисках. Распрессованные пальцы и отверстия в корпусе очищают от старой изоляции. В отверстия корпуса вставляют изоляционный стакан, изготовленный из слюды шаблонки (рис. 76), и стальные полувтулки. После этого прессом пальцы запрессовываются в корпус кронштейна. При запрессовке следует обращать внимание на плотность посадки пальца и следить за тем, чтобы не повредить изоляционный стакан. Во избежание этого перед запрессовкой с краев отверстий в кронштейне следует снять заусенцы и сделать закругление радиусом около 2 *мм*.

При провороте изолятора на пальце кронштейна изолятор снимают, очищают поверхность миканита и дополнительно наматывают один-два слоя микаленты в зависимости от слабины. Затем подогретый в печи изолятор напрессовывают легкими ударами деревянного молотка. Остывший изолятор не должен проворачиваться от руки. После напрессовки изолятора разогревают компаундную массу и заливают ею щель между корпусом щеткодержателя и изолятором, а также кольцевое пространство между изолятором и торцом пальца кронштейна для предотвращения доступа влаги. Заливка должна быть эластичной, без трещин.

Замену изолятора при обнаружении в нем трещин или при повреждении глазури производят в таком же порядке. Не допускаются к эксплуатации изоляторы, имеющие следующие повреждения глазури: следы ожогов и отколов глазури от действия электрической дуги (темные пятна на поверхности изолятора); царапины и следы зачистки наждачной шкуркой, а также отколы глазури. Поверхность изолятора должна быть блестящей, гладкой и чистой.

При обнаружении трещин в корпусе кронштейна, забоин и срывов ниток гребенки следует произвести заварку их с последующей обработкой на станке или опиловкой. Трещины перед заваркой разделывают и по концам засверливают. Допускается выпуск из ремонта кронштейнов, имеющих повреждение не более одной нитки резьбы в отверстиях пальцев. При повреждении более одной нитки отверстие должно быть заварено, затем вновь просверлено и нарезана новая резьба. Заварку пальцев кронштейна следует производить при снятых изоляторах.

По окончании ремонта измеряется сопротивление изоляции пальцев мегомметром и испытывается диэлектрическая прочность изоляции высоким напряжением, превышающим на 20% величину, установленную для проверки прочности изоляции электрических машин после испытания на стенде.

Корпуса кронштейнов после испытания дважды окрашиваются эмалью № 1201.

Следует особо остановиться на ремонте кронштейнов щеткодержателей вспомогательных машин типов ДК-406, ДК-404, ДК-601 и др. У этих машин изоляцией между щеткодержателями и корпусом машины является палец, выточенный из текстолита. Повреждение изоляции (понижение ее сопротивления) происходит довольно редко и, как правило, сопровождается пробоем материала пальца. Поэтому изоляция таких кронштейнов не восстанавливается, текстолитовый палец следует заменить новым. При необходимости срочного ремонта машины в случае отсутствия текстолита необходимой толщины можно высверлить место пробоя и поставить текстолитовую пробку на бакелитовом лаке, после чего палец следует просушить в печи при 120—130°С. Посадку металлической планки с гребенкой в отверстие пальца производят на специальной цементирующей массе.

Как отмечалось в предыдущем параграфе, у некоторых машин корпус щеткодержателя является одновременно и корпусом кронштейна. Замену изоляции таких щеткодержателей производят аналогично замене изоляции пальца кронштейна щеткодержателя тягового двигателя.

У вспомогательных машин типа ДМГ-1500/50 кронштейн выполнен в виде металлического стержня, изолированного снаружи слюдой. Для восстановления пробитой или обгоревшей изоляции необходимо очистить старую изоляцию и намотать 7—8 слоев микафолия в зависимости от его толщины. Перед намоткой палец нагревают до 70—80°С, а микафолиевую ленту смазывают тонким слоем шел-

лака или бакелитового лака. Снаружи накладывают тафтяной бандаж, туго стягивающий изоляцию. Кронштейн должен быть просушен в печи при 100—120°С в течение 3—4 *ч*. После сушки тафтяной бандаж снимается и кронштейн дважды окрашивается лаком № 1201. Корпус кронштейна должен иметь чистую глянцевую поверхность.

5. РЕМОНТ ПОДШИПНИКОВ

Дефектировка подшипников. Снятые с двигателя подшипники очищают от смазки и промывают. Подшипники, которые были смазаны смазкой № 1-13, опускают на 25—30 *мин* в выварочную ванну. Через змеевик, расположенный на дне ванны и имеющий многочисленные мелкие отверстия, пропускают пар, который, выходя через отверстия, одновременно вызывает бурление воды и разогревает ее до 90—100°С, чем обеспечивается полное растворение смазки и очистку от нее подшипников. После промывки в воде подшипник на 5—10 *мин* кладут в бачок с трансформаторным или веретенным маслом № 2, подогретым до 90°С. Затем перекладывают подшипник в другой бачок с таким же маслом, но подогретым до 110°С. Благодаря этой операции подшипник полностью освобождается от воды. Остывший подшипник последовательно промывают в керосине, в смеси бензина и 5—7%-ного трансформаторного масла и просушивают. Бензин быстро испаряется и остается тонкий слой трансформаторного масла, предохраняющий подшипник от коррозии при хранении.

Если отсутствуют устройства для механизированной промывки, то можно применять ручную промывку.

Для промывки подшипников удобно пользоваться вытяжным шкафом (рис. 77), который должен иметь два отделения. В первом отделении находится бачок с керосином, а во втором — с бензином. Бачки должны иметь воронкообразное дно. В центре дна находится пробковый кран для спуска загрязненного керосина и бензина. На дно бачков кладут решетку, на которую укладывают подшипник при промывке. Грязь, вымываемая из подшипника, осаждается на дно, а подшипник промывают в сравнительно чистом керосине. После промывки в керосине подшипник продувают сжатым воздухом. Продувкой удаляют мелкие частицы грязи и старой смазки, которые остались после промывки в керосине. После продувки подшипники протирают чистыми тряпками и промывают в смеси бензина и 5—7%-ного трансформаторного масла. Промывают подшипник в горизонтальном положении при вращении внутренней обоймы или сепаратора с роликами.

Промытые в бензине подшипники не следует вытирать тряпками: они высыхают на воздухе. Для ускорения сушки можно применить обдув вентилятором малой мощности, чтобы струя воздуха не поднимала пыли. Промытые и высушенные подшипники тщательно осматривают и проверяют. Прежде всего проверяется состояние заклепок сепараторов, роликов (шариков) и обойм.

Состояние заклепок проверяют остукиванием заклепок молотком. При этом указательным пальцем левой руки нужно касаться одновременно головки заклепки и кольца сепаратора, а правой рукой легко ударять молотком по второй головке той же заклепки. Если заклепка сидит плотно, палец левой руки не будет чувствовать вибрации головки. Если же заклепка лопнула внутри или ослабла, то палец будет чувствовать перемещение головки относительно кольца

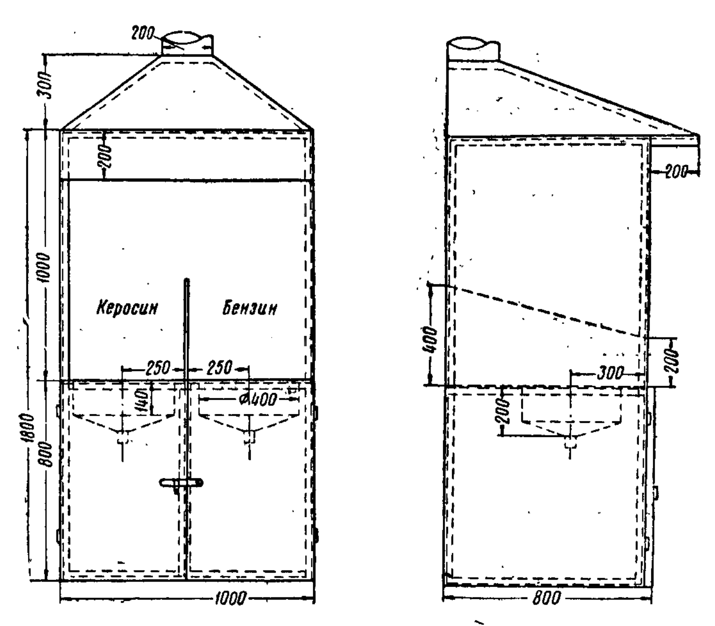


Рис. 77. Вытяжной шкаф для промывки роликовых подшипников

сепаратора. Удары молотка должны быть легкими, чтобы не вызвать перемещения всего подшипника или сепаратора с роликами. Ослабшие или оборванные заклепки заменяют новыми.

Состояние роликов проверяют прокручиванием каждого ролика в отдельности. Ролики, имеющие раковины, царапины, трещины и отколы, должны заменяться новыми или мало изношенными.

Состояние кольца также проверяют наружным осмотром. Трещины, раковины и отколы не допускаются. Сепаратор не должен иметь вмятин, погнутости и трещин. Шайба сепаратора должна плотно прилегать к нему. Допускается наличие зазора не более 0,02—0,03 *мм*, который измеряется малыми щупами № 5. Увеличение зазора, как правило, всегда вызывается ослаблением или обрывом заклепок, поэтому для его устранения необходимо сменить заклепки.

Для окончательного решения вопроса о пригодности подшипника и целесообразности его ремонта необходимо замерить величину

радиального зазора. Для этого подшипник надевают внутренним кольцом на специальную стойку. В верхнюю часть наружного кольца упирают рычаг индикатора, укрепленного на кронштейне. Затем приподнимают наружное кольцо. Отклонение индикатора указывает величину радиального зазора подшипника. Он не должен превосходить величины, указанной в табл. 19.

Таблица 19

Наименование размеров	Тип машины	Размер новой детали в *мм*	Размер в *мм* после ремонта	
			среднего	пропиточного
Осевой разбег роликов в наружном кольце 32426Ж подшипника 42426Ж	ДПЭ-340, ДПЭ-400	0,09—0,03	0,15—0,03	—
То же 22426Ж	ДПЭ-340, ДПЭ-400	0,043—0,017	0,043—0,17	—
» 32422 и 62417	ДК-103, ДПИ-150	0,03—0,09	0,03—0,12	0,03—0,12
Радиальный зазор роликоподшипника	ДПЭ-340, ДПЭ-400	0,02—0,068	0,105—0,16	0,105—0,3
	ДК-103, ДПИ-150	0,09—0,14	0,09—0,16	0,09—0,25
	ДК-601	0,03—0,08	0,03—0,15	0,03—0,2
У подшипников 92412 и 32414	ЭК-12	0,055—0,1	0,04—0,12	0,04—0,16
У подшипников 42417	ДК-403	0,07—0,12	0,04—0,15	0,04 —0,20
У шарикового подшипника	ДМГ-1500/50	0,007—0,017	0,007—0,05	0,007—0,10
У роликоподшипника		0,04—0,08	0,04—0,12	0,04 —0,15
Диаметр роликов подшипников	ДПЭ-340, ДПЭ-400	$52^{+0,016}_{-0,004}$	52—52,3	—
Для подшипника 32422	ДК-103, ДПИ-150	$40^{+0,016}_{-0,004}$	40—40,35	40—40,35
» » 62417	ДК-103, ДПИ-150	$32^{+0,016}_{-0,004}$	32—32,35	32—32,35
Длина роликов				
Для всех подшипников	ДПЭ-340, ДПЭ-400	$52_{-0,02}$	52—52,4	—
» подшипника 32427	ДК-103, ДПИ-150	$40_{-0,02}$	40—40,4	40—40,4
» » 62417	ДК-103, ДПИ-150	$32_{-0,02}$	32—32,4	32—32,4
Максимальная разница в диаметре роликов в одном комплекте	ДПЭ-340, ДПЭ-400	0,004	0,006	—
	ДК-103, ДПИ-150	—	0,004	0,004

Роликоподшипники, наружные кольца которых остаются на валах якорей, следует предварительно проверить с новым кольцом от другого подшипника. У подшипников, имеющих радиальный зазор выше нормы, внутреннее кольцо заменяют новым и еще раз замеряют радиальный зазор. Если он не выше допустимого, то

после ремонта подшипник комплектуют с этим кольцом. Подшипники, радиальный зазор у которых больше допустимого, бракуют.

Осевой зазор подшипника определяют на другом приспособлении с горизонтальным положением индикатора. Внутреннее и упорное кольца закрепляют болтами. Осевой зазор у них не должен превосходить допускаемого нормами.

Подшипники после такой тщательной проверки подвергают тому или иному ремонту. Как правило, в депо ремонтируют только роликоподшипники. Поэтому ниже описывается только ремонт роликоподшипников.

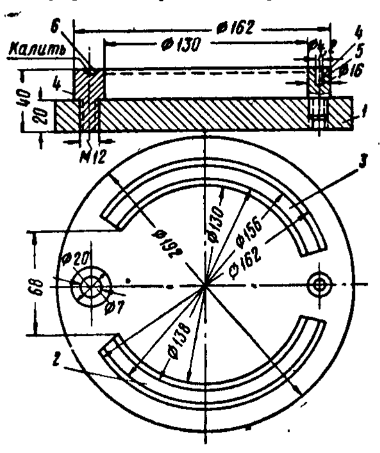


Рис. 78. Приспособление для постановки заклепок в сепаратор подшипника 62417:

1 — диск; *2* и *3* — стойки; *4* — обжимка; *5* — отверстие для заклепки; *6* — лунка для головки заклепки

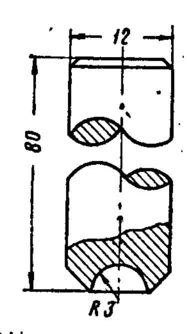


Рис. 79. Обжимка головок заклепок

Ремонт подшипников производит слесарь 6—7-го разряда, имеющий специальную подготовку; его рабочее место должно быть снабжено необходимым инструментом и приспособлениями.

С м е н а о с л а б ш и х и л и с о р в а н н ы х з а к л е п о к. Заклепку с сорванной головкой из отверстия в сепараторе выбивают бородком. Если она сидит плотно и не выбивается, то ее высверливают на станке. Диаметр сверла должен быть больше диаметра заклепки на 0,5 *мм*. При высверливании сверло должно идти строго по центру заклепки. Затем от стальной незакаленной проволоки (Ст. 2 или Ст. 3) диаметром, равным диаметру отверстия, отрезают кусок длиной на 10—12 *мм* больше ширины сепаратора и вставляют его в отверстие сепаратора.

Подшипник кладут горизонтально на приспособление (рис. 78), которое состоит из диска *1* со стойками *2* и *3* и обжимки *4*. В обжимке *4* имеется лунка *6* диаметром, равным диаметру головки заклепки, и глубиной, равной высоте головки. Для каждого типа подшипника необходимо иметь свое приспособление. Подшипник укладывают так, чтобы конец проволоки входил в отверстие *5*, и специаль-

ным молотком расклепывают другой конец проволоки, выступающий из сепаратора. Ручной обжимкой (рис. 79) окончательно придают головке сферическую форму. При этом тщательно следят за тем, чтобы головка расклепывалась без перекосов. Если головка окажется расклепанной не центрально по отношеиию к отверстию в сепараторе, то проволоку надо заменить новой, но ни в коем случае не выправлять головку, так как это в дальнейшем приведет к ее срезу. Затем подшипник переворачивают, кладут головкой заклепки на обжимку *4* и производят расклепку и обжимку головки с другого конца. После установки каждой новой заклепки проверяют, нет ли заклинивания (защемления) роликов, для чего наружное кольцо подшипника с роликами устанавливают в вертикальное положение и вручную поочередно вращают каждый ролик. Ролики должны вращаться свободно.

Смена неисправных роликов. На сверлильном станке высверливают со стороны приставного кольца сепаратора головки всех заклепок и вынимают сепаратор из подшипника. Разобранные детали еще раз промывают в бензине. Затем осматривают их и негодные ролики заменяют новыми из запаса. Подбор новых роликов производят таким образом, чтобы ролики одного подшипника различались по диаметру не более чем на 0,005 *мм* (5 *мк*), а по длине — 0,01 *мм*. Подбор по диаметру производят специальным измерительным прибором — миниметром, дающим точность относительного измерения до 0,001 *мм*.

Длину ролика подбирают по индикатору. При подборе роликов, кроме того, необходимо следить за тем, чтобы вновь установленные ролики обеспечивали требуемую величину радиального и осевого зазоров подшипника в целом. Окончив подбор роликов, их еще раз промывают в бензине и производят сборку подшипника.

Ролики устанавливают на беговой дорожке наружного кольца подшипника, опускают основную часть сепаратора в подшипник и проверяют легкость вращения роликов и сепаратора. К основной части сепаратора прикладывают шайбу сепаратора, затем в описанном выше порядке ставят заклепки, причем в первую очередь следует установить две диаметрально противоположные заклепки и проверить вращение роликов. Затем ставят все остальные заклепки.

После установки каждой заклепки следует проворачивать подшипник, чтобы вовремя обнаружить дефект клепки. По окончании клепки еще раз тщательно проверяют вращение каждого ролика, которые должны вращаться свободно. Выпуск подшипников из ремонта с туго вращающимися роликами не допускается.

Замена неисправного наружного кольца. Подшипник разбирается в описанном выше порядке. Микрометрическим штихмасом в нескольких точках измеряют внутренний диаметр кольца. Затем из числа исправных запасных колец подбирают кольцо с внутренним диаметром, равным диаметру заменяемого кольца. Такой подбор позволяет получить допустимую величину радиального зазора. Подобранное кольцо монтируют с роликами

и сепаратором и ставят заклепки. После клепки проверяют вращение каждого ролика и величину радиального и осевого зазоров. Рекомендуется еще раз окончательно промыть подшипник в бензине.

Шлифовка, полировка и хромирование деталей подшипника. При обнаружении на поверхности качения роликов следов шелушения металла, рисок, местных задиров и вмятин поверхность качения может быть восстановлена шлифовкой на бесцентровом шлифовальном станке. После шлифовки ролик полируют на станке сначала мелкой наждачной бумагой, а затем суконкой, смоченной смесью из минерального масла и окиси хрома.

Следует отметить, что в депо эти работы проводятся редко, так как требуют наличия сложного оборудования. Кроме того, после шлифовки ролики получаются меньшего диаметра, и для получения требуемой величины радиального зазора их надо собирать с новым кольцом с минусовым припуском по внутреннему диаметру. Такими кольцами депо не снабжаются, поэтому шлифовку роликов обычно производят на ремонтных подшипниковых заводах.

Изношенные поверхности колец подшипников восстанавливают хромированием. Толщина слоя хрома обычно составляет 0,05—0,1 *мм*. После хромирования поверхность кольца шлифуют до нормальных размеров. Шлифовку производят на круглошлифовальных станках или приспособленных для этого токарных станках. На шпиндель токарного станка вместо патрона навертывают специальную оправку с цанговым самоцентрирующимся устройством. На суппорте станка укрепляют шлифовальное приспособление, описанное в главе VI.

При шлифовке для охлаждения и получения более чистой поверхности, а также для связывания частиц хрома и карборунда, чтобы они не осаждались на трущихся частях станка и не вызывали их износа, добавляют эмульсию.

Хранение исправных подшипников качения. Ролико-и шарикоподшипники должны храниться в чистом и сухом помещении в шкафу. В шкаф не должны проникать влага, пыль, дым и пары кислот, присутствие которых может вызвать коррозию подшипников. Кроме того, следует устранить возможность механического повреждения подшипников. Подшипники, предназначенные для хранения на срок более недели, должны быть смазаны и завернуты в пергаментную бумагу. При длительном хранении подшипники необходимо периодически осматривать. Если при их осмотре на внешней поверхности наружного кольца обнаружена ржавчина, то ее удаляют мелкой шкуркой, смоченной бензином. Ржавчину с других поверхностей деталей подшипников удаляют суконкой, смоченной смесью окиси хрома с бензином. В каждом случае обнаружения ржавчины необходимо найти и устранить причину ее появления. После осмотра подшипники вновь смазывают и завертывают в бумагу.

Не следует прикасаться влажными руками к сухому подшип-

нику, так как через некоторое время в этих местах на подшипнике появится ржавчина. Ржавчина может появиться также на сухом подшипнике вследствие конденсации паров, имеющихся в воздухе, при резком охлаждении подшипника.

6. РЕМОНТ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ

Баббитовая заливка подшипников скольжения при пропиточном и среднем ремонте, как правило, выплавляется, а их бронзовые корпуса подвергают механической обработке с наплавлением изношенных мест газосваркой. После механической обработки ремонтируемый подшипник должен иметь чертежные или ремонтные размеры, установленные нормами. Поверхности, подвергаемые заливке, должны быть чисто обработаны и для более прочного соединения слоя баббита с корпусом подшипника иметь канавки в форме ласточкина хвоста. У подшипника с выплавленным баббитом для предупреждения повреждения шейки вала якоря с внутренней поверхности удаляют заусенцы, а с острых краев снимают фаски. Заусенцы снимают стальной щеткой или пескоструйным аппаратом, при этом удаляется также пленка окиси, которой всегда бывает покрыта поверхность старых и новых подшипников. Для удаления пыли после очистки подшипник промывают водой.

При сильном окислении подшипника, о чем свидетельствуют зеленые пятна окиси или потемнение поверхности, его следует протравить раствором технической соляной кислоты и промыть водой. Перед заливкой подшипники проходят две подготовительные операции: травление и лужение.

При травлении заливаемые поверхности смазывают кислотой или одним из приведенных ниже растворов и подогревают подшипник в печи до 250°C.

Растворы для травления:

а) травленая соляная кислота. Для ее приготовления необходимо в крепкой технической соляной кислоте растворить до насыщения цинковую стружку. Раствор считается насыщенным, если стружка больше не растворяется (это можно заметить по прекращению выделения пузырьков водорода);

б) водный раствор хлорного цинка. В его состав входит вода 72%, хлористый цинк 25%, соляная кислота 2%, нашатырь 1%.

При приготовлении раствора соблюдают следующий порядок: в 7 *л* воды растворяют 2,5 *кг* хлорного цинка и 100 *г* хлористого аммония (нашатыря). Затем добавляют 0,5 *л* соляной кислоты с удельным весом 1,18. Перед лужением подшипник нагревают в электропечи до температуры плавления припоя. Как только припой начнет плавиться, подогрев прекращают и поверхность подшипника еще раз смачивают травящим раствором. Затем подшипник посыпают порошком нашатыря и лудят, натирая поверхность припоем.

При лужении подшипник периодически смачивают травящим

раствором и посыпают нашатырем до тех пор, пока не получится блестящая луженая поверхность. Образующуюся при лужении грязь удаляют чистой ветошью.

Лужение подшипников производят припоем ПОС-30 — ПОС-40.

Материалы для заливки подшипников. Для заливки моторно-якорных подшипников тяговых двигателей электровозов применяют баббиты Б-83 и БН, а для подшипников вспомогательных машин наряду с этими баббитами может быть применен баббит Б-16. В табл. 20 приведен химический состав и свойства различных баббитов.

При заливке баббитом Б-16 нужно иметь в виду, что при содержании олова больше, чем сурьмы, в сплаве появляется мягкоплавкая составляющая с температурой плавления 180°С. Плавку баббита необходимо производить очень внимательно, так как при неправильном ее режиме можно нарушить химический состав металла.

Способы заливки подшипников. Процесс заливки подшипников баббитом заключается в том, что их внутренняя луженая поверхность покрывается слоем баббита толщиной 10—12 *мм*. Заливка может быть произведена простым или центробежным способом. В первом случае подшипник ставят на торец, внутрь его вставляют металлический цилиндр с диаметром меньше внутреннего диаметра подшипника на 20—25 *мм*. Затем кольцевое пространство между подшипником и металлическим цилиндром заливают расплавленным баббитом.

Второй способ заключается в том, что внутрь подшипника, вращающегося со скоростью примерно 500 *об/мин*, заливается расплавленный баббит, который под действием центробежной силы равномерно распределяется по внутренней поверхности подшипника.

К преимуществам центробежного способа заливки, благодаря которым он получил широкое распространение, относятся: высокое качество структуры и плотность баббита и полное отсутствие раковин; повышенная твердость и износоустойчивость баббита, а следовательно, и удлинение срока службы подшипников; экономия баббита; значительное снижение брака заливки (с 30—40% при простой заливке до 1—2% при центробежной); повышение в два-три раза производительности труда заливщиков; простота и дешевизна оборудования для производства центробежной заливки.

Высокое качество заливки объясняется тем, что под воздействием центробежной силы баббит плотно пристает к телу подшипника и образует слой, совершенно свободный от пузырей и раковин. Структура баббита получается мелкозернистой, что увеличивает пластичность и уменьшает хрупкость.

Недостатком центробежной заливки является расслоение сплава, которое объясняется тем, что составные компоненты баббита вследствие различных удельных весов (олово 7,28, свинец 11,34, медь 8,93, сурьма 6,67) под действием центробежной силы неравномерно распределяются по радиусу заливки. Вследствие этого получается

Таблица 20

Наименование баббита	Марка	Химический состав в %							Механические свойства			Температура в °C			
		Олово	Медь	Кадмий	Никель	Мышьяк	Сурьма	Свинец	Предел прочности при растяжении в $кг/мм^2$	Относительное удлинение в %	Твердость по Бринеллю	плавления	заливки сплава	нагрева перед заливкой	рабочая, нормальная
Высокооловянистый	Б-83	84,5—81,5	5,5—6,5	—	—	—	10—12	—	11	7	29—31	351	400	250	60
Никелезый	БН	9—11	1,2—2,0	1,25—1,75	0,75—1,25	0,5—0,9	13—15	Остальное	6,7	0,3	31—32	400—470	450—470	250	60
Оловянистый . .	Б-16	15—17	—	—	—	—	15—17	Остальное	8	2	30—33	429	480	250	60

неоднородный химический состав по сечению слоя баббита, а следовательно, различная структура и неодинаковые механические свойства баббита по глубине заливки. На структуру металла большое влияние оказывают также условия охлаждения. Отсутствие искусственного охлаждения отрицательно сказывается на структуре баббита, особенно марки Б-83, структура которого при этом получается крупнозернистой, и расслоение наблюдается в большей степени. При наличии искусственного охлаждения этих дефектов не наблюдается.

На баббит Б-16 расслоение (ликвация) влияет положительно, так как благодаря действию центробежной силы наиболее тяжелый металл — свинец — вытесняется к телу вкладыша, а более легкие

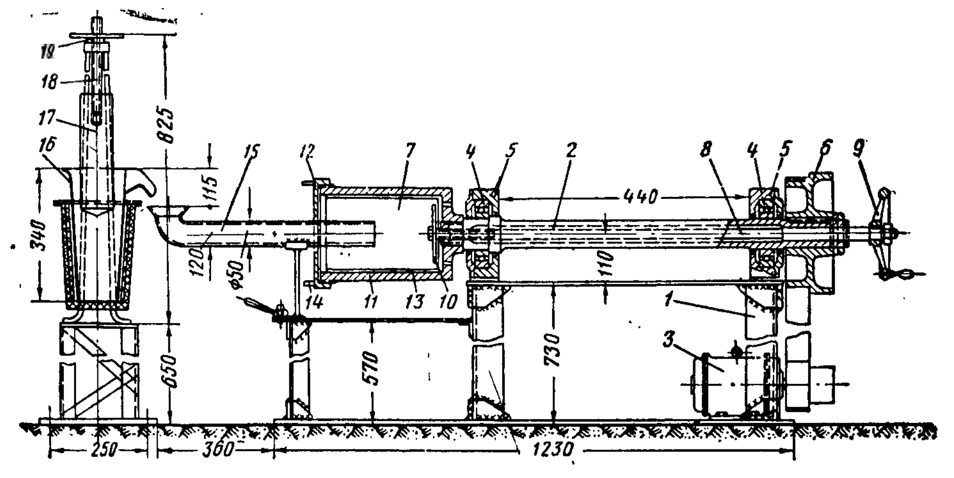


Рис. 80. Установка для центробежной заливки подшипников:
1 — станина; *2* — вал; *3* — двигатель; *4* — подшипник; *5* — букса; *6* — шкив; *7* — патрон; *8* — выталкиватель подшипника; *9* — маховичок; *10* — шайба; *11* — цилиндр патрона; *12* — крышка патрона; *13* — рубашка; *14* — ручки крышки; *15* — заливочная трубка; *16* — тигель; *17* — поршень; *18* — винт поршня; *19* — маховик с гайкой

и мягкие слои сплава олово-сурьма, принимающие на себя нагрузку вала, распределяются ближе к валу. Основная масса сплава получается пластичной с вкрапленными в нее кристаллическими структурными составляющими, которые во время работы в основном и принимают на себя нагрузку. Это ценное качество баббита Б-16 еще более усиливается с повышением скорости вращения подшипника при заливке.

Установка для центробежной заливки. Для выполнения центробежной заливки в мастерской она должна быть оборудована электротиглем для плавки баббита и станком со сменными патронами для вращения заливаемых подшипников. На рис. 80 дан общий вид установки для центробежной заливки. Станок состоит из станины *1*, сваренной из углового и листового железа, на которой монтируются двигатель *3*, и буксы *5*. Вал *2* вращается в подшипниках *4*. На одном конце вала укреплены два шкива *6*,

а на другой навинчивается патрон *7*, в который вкладывается подшипник. Вал станка полый, и внутри него смонтировано устройство для выталкивания подшипника после заливки. Это устройство имеет выталкиватель *8*, маховичок *9* и упорную шайбу *10*.

Патрон для подшипника состоит из цилиндра *11*, размеры которого зависят от размеров вкладыша, и крышки *12*. В задней торцовой стенке стаканадля улучшения искусственного и естественного охлаждения имеются отверстия диаметром 10—12 *мм*. Количество отверстий зависит от размеров стакана и колеблется от 10 до 15. Внутренние стенки стакана имеют конусность в сторону задней торцовой стенки, что обеспечивает быструю центровку подшипника при его установке. Внутренний диаметр патрона делается на 4—6 *мм* больше диаметра вкладышей для того, чтобы можно было заливать отличающиеся наружными диаметрами вкладыши одного типа. Для крепления вкладышей предназначена тонкостенная рубашка *13* с осевым разрезом, имеющая наружный конус. Закрепление подшипника производят крышкой *12*, которая имеет внутреннюю резьбу для навертывания на патрон. Для удобства навинчивания крышки у нее имеются две ручки *14*. Если патрон предназначен для заливки подшипника с буртом, то на внутренней поверхности крышки делается кольцевая выточка. В крышке имеется отверстие для ввода через заливочную трубку *15* баббита. Тигель *16* для плавки баббита изготовляют из листового железа в виде узкого усеченного конуса с носиком. Такая форма его уменьшает угар металла. Снаружи тигель изолирован асбестом, поверх которого навита обмотка из нихромовой проволоки диаметром 1,1 *мм*. Обмотка имеет по 135 витков на фазу. Фазы соединены в звезду и включаются на напряжение 220 *в*. Длина проводника одной фазы равна 18,4 *м*. Поверх обмотки тигель обертывают несколькими слоями асбеста и помещают в защитный кожух из 2-*мм* железа. Тигель укрепляют на двух стойках, на которых он может поворачиваться. Для извлечения из тигля расплавленного металла имеется металлический поршень *17*, который при помощи винта *18* и маховика с гайкой *19* может опускаться и подниматься.

П л а в к а б а б б и т а. Перед загрузкой новой партии баббита необходимо очистить тигель от нагара, шлака и остатков баббита предыдущей плавки, для чего тигель следует предварительно нагреть до 220—250°С.

Материалы, подлежащие загрузке в тигель, следует вначале просушить во избежание разбрызгивания металла и образования пузырей при плавке. Это требование особенно важно соблюдать при добавлении в расплавленный баббит свежего материала. В тигель следует загружать только такое количество металла, которое необходимо для заливки подшипников. Загрузка лишнего металла приводит к его угару и ухудшению структуры. Поверхность расплавленного баббита покрывают слоем просеянного через чистое сито угольного порошка, приготовленного из сухого древесного угля, с диаметром частиц около 3 *мм*. Уголь предотвращает соприкосновение баббита с воздухом и его окисление.

Расплавленный металл не следует перегревать выше требуемой для заливки температуры (Б-16 выше 500°С; Б-83 и БН выше 450°С). Для контроля температуры удобно применять пирометры, которые можно использовать и для автоматического включения и выключения электротигля.

Перегрев оловянистого баббита можно заметить по интенсивному образованию пленки окиси на его поверхности. Цвет ее в зависимости от перегрева изменяется от желтого до темно-синего. Перед началом заливки баббит перемешивают предварительно подогретой железной мешалкой.

З а л и в к а п о д ш и п н и к о в. Перед заливкой патрон, воронка и крышки, закрывающие окна во вкладышах, должны быть очищены от нагара и капель баббита. Вкладыши подшипника и заливочную трубку с воронкой подогревают до 200°С. Установку вкладыша и сборку патрона следует производить быстро, в течение 20—30 *сек* (во избежание охлаждения вкладыша и окисления полуды).

Если подшипник состоит из двух половин, то по линии разреза устанавливают асбестовые прокладки. Окна для смазки во вкладышах закрывают крышками с асбестовыми уплотнениями.

Заливку производят из слегка наклоненного тигля. Баббит вытесняется поршнем. Во избежание расслоения баббита заливку продолжают не более 15—20 *сек*, при этом струя его не должна прерываться. К концу заливки следует искусственно охлаждать патрон и вкладыш путем вдувания через заливочную трубку в течение 2—3 *мин* сжатого воздуха давлением 1,5—2 *атм*.

Качество заливки зависит от скорости вращения подшипника. Хорошее качество заливки моторно-якорного подшипника тягового двигателя ДПЭ-340 получается при скорости вращения подшипника 596 *об/мин* при заливке баббитом Б-16 и 523 *об/мин*—при Б-83 и БН.

После охлаждения подшипника отвертывают крышку патрона и выталкивают подшипник специальным устройством.

О б р а б о т к а п о д ш и п н и к о в. Залитые подшипники растачивают на токарном станке по диаметру вала с натягом 0,1—0,05 *мм*. После этого их пришабривают по размеру вала ручным трехгранным шабером. Пришабренный подшипник должен легко вращаться на валу при зазоре не более 0,03—0,05 *мм*. Площадь соприкосновения подшипника с валом якоря должна быть не менее 75% возможной полной площади их соприкосновения. Для определения качества подгонки подшипника к валу якоря последний смазывается тонким слоем ультрамарина, разведенного в трансформаторном масле, затем на него надевают подшипник, проворачивают два-три раза и снимают.

По следам краски на подшипнике определяют площадь прилегания.

На поверхности готового подшипника не должно быть усадочных раковин, плен, газовых включений и заметного расслоения баббитовой заливки.

После механической обработки подшипники испытывают на прессе Бринелля на твердость. Твердость должна быть не менее $H_Б = 25$. Испытание заключается в том, что на прессе в течение 1 *мин* в поверхность баббита вдавливается с усилием 500 *кг* стальной шарик диаметром 10 *мм*. Твердость определяют по диаметру лунки, пользуясь специальной таблицей. Например, диаметр лунки 3,8 *мм* соответствует $H_Б = 42{,}4$; диаметр 5 *мм* $H_Б = 23{,}8$.

Баббитовая заливка должна плотно прилегать к рубашке подшипника, что проверяется постукиванием по нему молотком; чистый металлический звук свидетельствует о хорошем качестве заливки, а глухой или дребезжащий —об отставании слоя баббита от корпуса подшипника. Такой подшипник требует перезаливки.

Использование отходов баббита. При обработке подшипников после заливки остается стружка, которую можно вторично использовать для заливки. Можно использовать также баббитовую заливку старых подшипников. Для этого выплавленный баббит и стружку расплавляют и отливают в чушки в железных формах. Смешивать отходы баббита разных марок запрещается.

Остывшие чушки испытывают на твердость и маркируют. Их применяют в качестве добавки к свежему баббиту, но не более 50% к баббиту Б-16 и 25% к бабиту Б-83 и БН. Чушки баббита необходимо хранить в сухом вентилируемом помещении.

7. РЕМОНТ ЛЮКОВЫХ КРЫШЕК

Состояние крышек коллекторных люков оказывает существенное влияние на работу электрических машин подвижного состава и особенно тяговых двигателей. Люковые крышки защищают от попадания внутрь двигателя песка, щебня, пыли, снега и влаги, которые поднимаются воздушным вихрем при движении электровоза или моторного вагона.

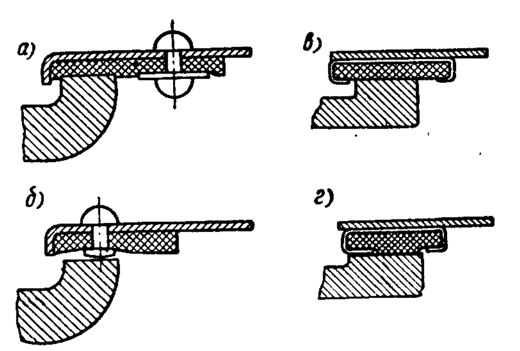


Рис. 81. Крепление войлочных уплотнений к крышкам коллекторных люков:
а, в — правильно; *б, г* — неправильно

Герметичность коллекторных люков обеспечивается применением специальных пружинных замков, фетровых или войлочных прокладок, которые приклепываются по периметру крышки. Они должны быть упругими, чтобы не допускать образования щелей между корпусом двигателя и крышкой люка при подскакивании ее во время движения локомотива. Более надежное уплотнение дает фетр, но он в процессе эксплуатации довольно быстро спрессовывается, теряет упругие свойства и требует периодической замены.

Войлок является более грубым материалом и хуже защищает от пыли и влаги, но зато он более стоек против спрессовывания и дольше сохраняет упругие свойства. На крышках вспомогательных машин обычно применяют фетровое уплотнение толщиной 3—4 *мм*, на крышках тяговых двигателей чаще применяют войлок толщиной 6—8 *мм*.

Ввиду того, что фетровые и войлочные прокладки обладают некоторой гигроскопичностью, в последнее время для уплотнения нижней крышки тяговых двигателей стали применять прокладки из паронита толщиной 3—4 *мм*. Этот материал при применении винтовых замков обеспечивает полную герметичность нижнего люка, через который более вероятно попадание влаги внутрь двигателя. При любых видах ремонта крышки подвергаются слесарному ремонту и замене фетровых и войлочных прокладок, если они не обеспечивают хорошего уплотнения.

Слесарный ремонт заключается в замене пружин замков новыми (так как обычно старые пружины реставрации не поддаются), заварке деталей замков, исправлении резьбы и постановке новых шплинтов и шайб.

Войлочные прокладки у различных конструкций крышек крепятся различно. Наиболее распространено крепление заклепками. Заклепки делаются из 4—5-*мм* мягкой стальной проволоки и ставятся с применением шайбы со стороны войлока. Отверстие для заклепки следует располагать сбоку остова так, чтобы оно не было напротив его прилива (рис. 81, *а* и *б*). Это же замечание относится и к клингеритовому уплотнению, которое, кроме того, закрепляется на эмали.

У вспомогательных машин прокладки иногда приклеиваются лаком 1201, бакелитовым или каким-либо другим лаком. Можно также крепить прокладки при помощи скоб, привариваемых к крышке; при этом надо следить за тем, чтобы скобы не приходились на край каркаса (рис. 81, *в* и *г*). Скобы изготовляются из миллиметрового железа и привариваются точечной сваркой по периметру крышки с шагом 80—100 *мм*.

После ремонта внутренняя поверхность крышки покрывается эмалью марки СВД, а наружная — черным лаком.

ГЛАВА VIII

ПРОПИТКА И КОМПАУНДИРОВАНИЕ ОБМОТОК

1. ЦЕЛЬ ПРОПИТКИ И КОМПАУНДИРОВАНИЯ

В процессе эксплуатации изоляция электрических машин постепенно изнашивается (стареет) под воздействием нагрева, механических нагрузок, электрического напряжения (особенно у высоковольтных машин), смазки, химических веществ, влаги, пыли и т. п.

Старение изоляции можно установить по внешним признакам: потемнению цвета, увеличению хрупкости и наличию трещин в лаковой пленке, а также разбуханию изоляционных гильз и пазовой изоляции.

Потемнение цвета, трещины в лаковой пленке и хрупкость изоляционных материалов обусловливаются действием нагрева изоляции и механических усилий, а разбухание вызывается действием напряженности электрического поля.

Наибольшую опасность представляют трещины в изоляции, в которых скапливается проводящая ток медная и угольная пыль и влага воздуха. Находящийся в воздухе углекислый газ CO_2, химически соединяясь с влагой, образует слабую угольную кислоту H_2CO_3, также являющуюся проводником тока. Поэтому изоляция обмоток при проникании в ее поры и трещины пыли и влаги постепенно теряет свои изоляционные свойства и становится проводником тока. Кроме того, в образовавшихся порах происходит ионизация воздуха и возникают газовые разряды, способствующие увеличению проводимости стенок пор и трещин. Образуются сквозные каналы проводимости, ослабляющие изоляцию в отдельных точках и снижающие электрическую прочность изоляции тяговых машин в целом. Этот процесс старения изоляции постепенно развивается, и электрическая прочность ее падает в среднем на 1,1—1,2 *кв* на каждые 100 тыс. *км* пробега.

Образование пор в изоляции обмоток, помимо понижения ее изолирующих свойств, также приводит к снижению механической прочности изоляции и ухудшению ее теплопроводности. Последнее обстоятельство влечет за собой еще больший перегрев изоляции и ускоряет ее старение.

Для восстановления электрической прочности изоляции обмотку якоря периодически пропитывают лаком, а катушки полюсов ком-

паундируют. При пропитке лак заполняет поры в изоляции и восстанавливает ее монолитность. Благодаря этому повышается механическая и электрическая прочность изоляции и улучшается ее теплопроводность. Пропитка может быть однократной и многократной. Многократные пропитки, помимо более надежного заполнения всех пор и пустот, создают еще и лаковый покров. Однако такие пропитки имеют и недостаток, состоящий в том, что при пропитках увеличивается толщина изоляции и повышается ее тепловое сопротивление. На основании многолетнего опыта эксплуатации электрического подвижного состава была установлена минимальная кратность пропиток и компаундировок для различных видов ремонта, которая обеспечивает требуемый межремонтный пробег машины. В табл. 21 приведена кратность пропиток при различных видах ремонта.

Таблица 21

Вид ремонта	Пропнтка		Компаундироваиие катушек
	якоря	катушек	
Пропиточный	Однократная	Одиократиая, без демонтажа катушек из остова	—
Средний	Двукратная со снятием бандажей	—	Одиократиая вакуумио-иагнетательная
Капитальиый	Двукратная вакуумно-нагнетательная	—	То же

Пропиточные лаки и компаунды обладают невысокой маслостойкостью и большой гигроскопичностью. Поэтому после пропитки изоляцию покрывают маслостойкими эмалями и лаками, которые создают прочную глянцевую поверхность, не поддающуюся воздействию масел и других химических реагентов.

Электрические машины после пропитки просушиваются в сушильных печах. Для улучшения теплообмена от обмотки к воздуху и ускорения процесса окисления входящих в состав лака масел, т. е. для ускорения сушки изоляции печи обязательно должны иметь принудительную циркуляцию воздуха.

В связи с тем, что до настоящего времени кремнеорганическая изоляция еще не получила широкого распространения и применена лишь на нескольких опытных электровозах, а также вследствие того, что отсутствует проверенный на практике опыт пропитки этого нового вида изоляции, авторы не считают целесообразным давать какие-либо рекомендации по этому вопросу. Некоторые вопросы пропитки обмоток с кремнеорганической изоляцией изложены в книге В. В. Савченко «Пропитка изоляции обмоток тяговых электрических машин», Трансжелдориздат, 1957 г.

2. МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ПРОПИТКЕ И КОМПАУНДИРОВАНИИ

Основными пропиточными материалами являются лаки и компаунды. К числу материалов для окончательной отделки относятся покровные лаки.

Лаки представляют собой коллоидные растворы пленкообразующих веществ (битумы, смолы, высыхающие масла и т. д.), составляющих так называемую основу лака.

Битумы, входящие в состав лака, делятся на искусственные (или нефтяные), представляющие собой тяжелые продукты перегонки нефти, и природные (ископаемые), называемые асфальтами. Асфальты в природных условиях образовались также из нефти.

Разновидностью асфальтов являются асфальтиты, менее загрязненные посторонними примесями и отличающиеся большим глянцем, твердостью и более высокой температурой размягчения.

Битумы при низких температурах делаются хрупкими. Они растворяются в углеводородах, лучше в ароматических (бензол, толуол), не маслостойки. В спирте и воде совершенно нерастворимы. Обладают ничтожной гигроскопичностью, при повышении температуры становятся пластичными.

Смолы, входящие в состав лаков и компаундов, представляют собой сложные смеси органических веществ, характеризующиеся стеклообразным аморфным строением. При нормальной температуре большинство смол хрупки в толстом слое и довольно гибки в тонком. При нагреве они размягчаются и становятся жидкими; в воде в основном нерастворимы, но растворяются в соответствующих органических растворителях. При переходе из жидкого состояния в твердое смолы обладают клейкостью.

По происхождению смолы делятся на природные и синтетические. Природные смолы представляют собой продукт жизнедеятельности животных организмов (шеллак) или растений-смолоносов (канифоль).

Синтетические смолы получаются в результате сложной химической переработки различных исходных материалов. Большинство смол термореактивны, т. е. при нагреве до определенной температуры они переходят в неплавкое состояние и теряют растворимость. Наиболее широкое распространение в тяговом электромашиностроении получили канифоль и глифталь.

Канифоль — хрупкая наиболее дешевая природная смола с характерным раковистым изломом. Канифоль огнеопасна, особенно в порошке; применяется при изготовлении лаков и компаундов и как флюс при пайке меди, так как при 150°С она растворяет окись меди. В воде канифоль нерастворима; растворяется в минеральных и растительных маслах, бензине, спирте, ацетоне и т. п.

Глифталь — смола, отличающаяся большой способностью к модификации различными продуктами, термоактивна. До поляризации она растворима в ацетоне, спирто-бензольной смеси, толуоле;

применяется при изготовлении пропиточных, покровных лаков, эмалей и цементов. Отвердевшие глифталевые смолы отличаются высокой дугостойкостью. При обугливании остается очень небольшой остаток с повышенным электрическим сопротивлением.

Для придания лаковой пленке большей эластичности в состав лака вводят растительные масла, которые приготовляются из семян различных масляничных растений. Имеются высыхающие, полувысыхающие и невысыхающие масла. Наибольшей способностью к высыханию обладают тунговое и льняное масла. Для повышения качества масла его уваривают при 285—300°С.

Растворителями битумов и смол являются бензин, бензол, толуол, уайт-спирит, керосин, спирты, ацетон, эфиры. Растворители в большей или меньшей степени ядовиты, особенно ароматические (бензол, ацетон, эфиры и пр.), и огнеопасны. Бензол отличается высокой температурой замерзания (+ 5,4°С), что затрудняет его применение при низкой температуре. Выкалывать бензольный лед нельзя из-за опасности воспламенения от случайной искры.

Кроме перечисленных материалов, в состав лаков вводятся специальные добавки: сиккативы и пигменты.

Сиккативы — ускорители высыхания растительного масла и лаков, в состав которых входит масло. По химическому составу сиккативы представляют собой соли различных металлов, жирных и смоляных кислот.

Пигменты применяются для повышения твердости, дугостойкости как наполнители и для изменения цвета. Наиболее употребительными являются литопон, титановые и цинковые белила, железный сурик.

Лаки по назначению делятся на пропиточные, покровные и клеящие. Пропиточные лаки служат для пропитки волокнистой изоляции обмоток электрических машин. В результате пропитки пористых и волокнистых материалов увеличивается пробивное напряжение и теплопроводность, уменьшается гигроскопичность изоляции.

После пропитки лаком волокнистая органическая изоляция в меньшей степени подвергается окисляющему действию воздуха и поэтому переводится в более высокий класс изоляции по нагревостойкости — из класса 0 в класс А.

При ремонте электрических машин применяют следующие пропиточные лаки.

Лак № 458 — пропиточный черный масляно-битумный лак быстрой горячей сушки. Пленка лака хорошо противостоит действию влаги, но не маслостойка.

Лак № 460 близок по свойствам к лаку № 458, но дает более эластичную, а также влаго- и нагревостойкую пленку. Он применяется в основном для покрытия поверх пленки лака № 458 в тех случаях, когда требуется получить водостойкую пленку.

Лак № 447 — один из наиболее употребительных пропиточных

лаков. По своим свойствам он является промежуточным между лаками № 460 и 458.

В качестве растворителей для лаков № 458, 460 и 447 применяются бензин, уайт-спирит или их смесь с добавкой 20—25% ароматических (бензола, толуола, ксилола и др.); разбавитель — смесь 60% бензина и 40% ароматических. Лак № 447 может быть заменен смесью из равных количеств лаков № 458 и 460.

Покровные лаки служат для образования механически прочной, гладкой, водостойкой, электроизоляционной пленки на поверхности лакируемых предметов. Эти лаки часто применяются для покрытия твердой изоляции, подвергнутой предварительной пропитке с целью дальнейшего повышения ее электроизоляционных свойств (увеличение напряжения поверхностного разряда и поверхностного сопротивления), усиления защиты ее от действия влаги, растворяющих или химически активных реагентов, для облегчения удаления пыли. Пигментированные покровные лаки (пигментированные эмали) содержат в своем составе неорганический наполнитель (пигмент), придающий лаковой пленке определенную окраску, повышающий твердость и улучшающий ее теплопроводность и дугостойкость.

В качестве покровного лака используется масляно-глифталевый лак ГФ-95 (старое обозначение — лак 1154), который можно применять и как пропиточный. Его пленка светлая, прозрачная, прочная и водостойкая. Для получения высоких свойств пленки лак должен быть подвергнут горячей сушке при доступе свежего воздуха (первоначально при 60—70°С, с последующим повышением температуры до 120—130°С). Растворителем этого лака является смесь разных количеств уайт-спирита и толуола (или бензола).

Клеящие лаки служат для склеивания различных материалов (например листов слюды при изготовлении миканитов). Наряду с высокими электроизоляционными характеристиками к клеящим лакам предъявляется требование особо высокой клеящей способности.

По режиму сушки различают лаки горячей (печной) сушки, требующие для сушки высокой температуры (выдержка в сушильной печи, облучение инфракрасными лучами, прогрев обмотки машины под током), и лаки холодной (воздушной) сушки, которые быстро и хорошо сохнут на воздухе при нормальной температуре. Горячая сушка необходима для лаков, основа которых термореактивна. Для образования высококачественной пленки эта основа должна претерпеть необратимые химические превращения, требующие нагрева (для запекания пленки). Лаками холодной сушки являются лаки с легко летучими растворителями, основа которых не требует запекания.

По составу электроизоляционные лаки делятся на группы. Наиболее типичные — лаки масляные, масляно-битумные, масляно-смоляные и чисто смоляные.

Масляные лаки содержат в основе главным образом

высыхающие растительные масла. Для сушки масляных лаков требуется приток свежего воздуха (для окисления масла). Сушка значительно ускоряется при повышении температуры, действии света и присутствии в лаке незначительного количества катализаторов — сиккативов.

Пленка высохшего масляного лака отличается эластичностью, твердостью, блеском. При нагреве она не размягчается. С течением времени, особенно при действии высокой температуры, пленка стареет, становится хрупкой, при изгибе трескается и отстает. Быстрее стареют лаки с большим содержанием сиккативов. Поэтому чаще применяются лаки горячей сушки с малым содержанием сиккативов.

Для улучшения прочности, твердости, блеска и других качеств в масляные лаки добавляют канифоль и другие смолы. Растворителями масляных лаков являются углеводороды (уайт-спирит, бензин, скипидар и др.).

Масляно-битумные (масляно-асфальтовые) лаки, кроме масел, содержат нефтяные битумы (асфальты и асфальтиты) или смеси различных битумов. Благодаря присутствию битумов эти лаки имеют черный цвет, дают менее гигроскопическую пленку, обладающую более высокими электроизоляционными свойствами, и менее подвергнуты старению, чем масляные лаки. Однако они более подвержены действию растворителей и химических реагентов. Наилучшими растворителями для масляно-битумных лаков являются ароматические углеводороды: бензол, толуол, ацетон и др. Из-за значительной токсичности ароматических растворителей их применяют в смеси с бензином, уайт-спиритом и др.

Масляно-битумные лаки с большим содержанием масла обычно являются лаками горячей сушки и обладают большей эластичностью пленки, чем лаки с малым содержанием масла, которые могут быть и холодной сушки.

Масляно-смоляные лаки, кроме масла, содержат природные и синтетические смолы. Пленки этих лаков в общем сходны с пленками чисто масляных лаков, но имеют повышенную твердость и прочность. Широкое распространение получили глифтале-масляные лаки. Они обладают высокой клеящей способностью по отношению к металлам и многим другим материалам. Пленки их в запеченном состоянии весьма стойки против действия различных растворителей, обладают высокой эластичностью, при нагреве не размягчаются. В то же время они мало подвержены тепловому старению, т. е. имеют высокую теплостойкость.

Растворителями глифтале-масляных лаков являются ароматические углеводороды: бензол, толуол и др.

Смоляные лаки представляют собой спиртовой раствор смол — шеллака, глифтали и др.

Глифталевые лаки являются растворами глифтали в спиртобензольной смеси, называются эмалями и применяются как покровные лаки при лакировке конусов коллекторов и других изоляционных деталей. Такими лаками являются:

Лак 1201 (красная эмаль), который представляет собой смесь глифтале-масляного и нитроцеллюлозного лаков, пигментированного 4—5%-ного железного сурика. Он быстро высыхает на воздухе и дает твердую эластичную масло- бензиностойкую пленку. Рекомендуется двукратное покрытие лаком 1201. Растворитель — смесь толуола, бутилацетата и этилацетата.

Серая эмаль горячей сушки (СПД) — глифтале-масляный лак, пигментированный литопоном с добавкой пиролюзита MnO_2, дает механически прочное и твердое покрытие, стойкое против действия минеральных масел. Сушка производится при температуре 100—105°С. В качестве разбавителя применяют смесь из равных количеств уайт-спирита и толуола.

Серая эмаль холодной сушки (СВД) изготовляется на лаке 1230 с тем же пигментом, что и эмаль горячей сушки.

Компаунды. Особое место среди пропиточных материалов занимают компаунды, обладающие высокой вязкостью. Они применяются для получения монолитной изоляции и надежного заполнения неплотностей в неподвижных обмотках высоковольтных машин. Их особенностью является отсутствие летучих растворителей, благодаря чему обеспечивается получение непористого слоя изоляции, обладающего высокой влагостойкостью и хорошими электроизоляционными свойствами. В качестве компаундов для компаундировки катушек электрических машин, работающих в тяжелых условиях при повышенной температуре, применяются смеси из битумов, высыхающих масел и канифоли. Добавление высыхающего масла понижает текучесть компаунда при высокой температуре. В качестве битумов для этого применяются заранее испытанные битумы специальных месторождений, имеющие однородность состава и высокие диэлектрические показатели, мало изменяющиеся при высокой температуре.

Периодически пропитывающий состав рекомендуется разбавлять; для этого к нему прибавляется однотипный битум, но с пониженной температурой размягчения примерно 60—70°С.

3. ПОДГОТОВКА ЛАКОВ К ПРОПИТКЕ И ПРОВЕРКА ИХ КАЧЕСТВА

Применяемые при пропитке лаки и разбавители должны подвергаться лабораторному анализу. При повторном применении лаков перед каждой пропиткой их проверяют на вязкость и внешний вид. Необходимость проверки лака на вязкость вызвана следующими обстоятельствами.

Если лак гуще, чем требуется, то он при температуре, при которой ведется пропитка обмотки, не сможет проникнуть на всю глубину пор в изоляции. Если же лак слишком жидкий, то он проникнет на всю глубину пор, но после высыхания летучих веществ останутся пустоты в изоляции, не заполненные битумной массой. Глубина

проникновения лака в изоляцию зависит не только от температуры, при которой пропитываются обмотки, но и от способа пропитки. При повышении температуры лака и обмоток можно применять более густые лаки, так как при нагреве вязкость лака уменьшается и обеспечивается необходимая степень проникновения лака в глубь изоляции. Если же при этом повысить давление лака, то можно применять лаки еще более густые. Например, при пропитке погружением применяется лак вязкостью 4—5° Энглера при температуре 50°С. При пропитке под давлением можно применять лак вязкостью 8—9° Энглера. Более густые лаки при обеспечении требуемой степени проникания его в поры изоляции повышают качество пропитки. Поэтому более совершенной является вакуумно-нагнетательная пропитка.

Вязкость лака можно определить вискозиметром марки ВУ (рис. 82) или ВЗ-4. Проверка лака на вязкость сводится к измерению времени истечения через калиброванное отверстие 200 г лака при определенной температуре и сравнению этого времени с временем истечения такого же количества воды при той же температуре.

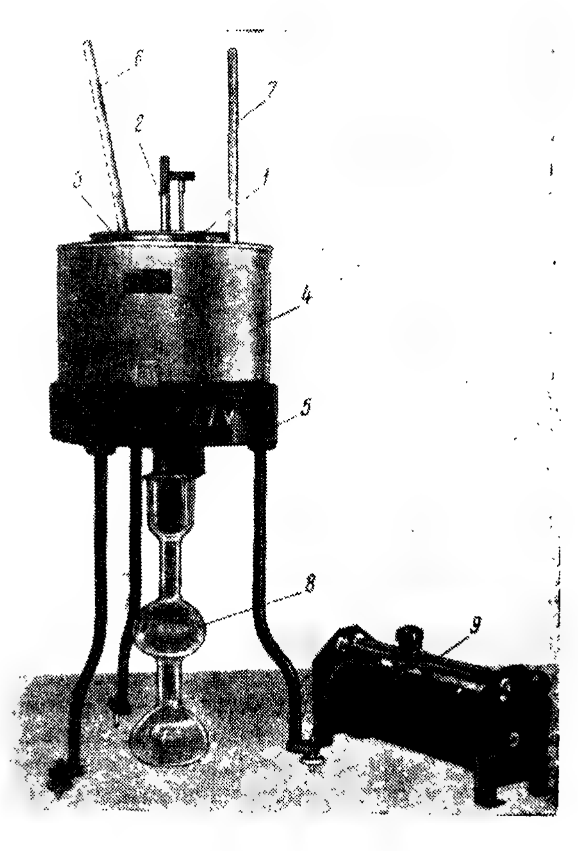


Рис. 82. Общий вид вискозиметра ВУ:
1 — бачок для лака; *2* — штепсель; *3* — крышка бачка; *4* — сосуд для воды; *5* — электроплитка; *6* и *7* — термометры до 100° С; *8* — мензурка на 200 *см*³; *9* — реостат для регулировки накала электроплитки

Вискозиметр ВУ представляет собой бачок *1* с калиброванным отверстием в дне, закрываемым штепселем *2*. Сверху бачок закрыт крышкой *3*. Бачок помещен в сосуд *4* с водой, который подогревается на электрической плитке *5*. Температура лака измеряется термометром *6*. При температуре лака 50°С открывается отверстие в дне бачка *1* и по секундомеру замечается время истечения лака. Это время относится к времени истечения воды, которое обычно равно 51—52 *сек*. Результат деления дает нам вязкость лака в градусах Энглера. Для каждого вискозиметра время истечения 200 *г* воды

вполне определенное и записано в паспорте прибора. Это время следует периодически проверять.

При пропитке погружением вязкость пропиточных лаков при температуре 50°С должна быть в пределах 3,5—5° Энглера, или по ВЗ-4 время истечения 200 *г* лака при 20°С должно быть примерно 28—43 *сек*. При пропитке под давлением вязкость лака может быть повышена до 8—10° Энглера, или по ВЗ-4 при температуре 20°С 200 *г* масла должны истекать за 75—90 *сек*. Компаундная масса должна иметь температуру размягчения, определенную по методу кольца и шара, в пределах 98—103°С [8].

Если вязкость лака окажется большей, то его следует разбавить смесью из 60% бензина и 40% толуола или бензола. Смешивать разбавители и приготовлять лаки следует в чистой посуде и в безопасном в пожарном отношении помещении с хорошей вытяжной вентиляцией. Если же вязкость лака окажется ниже требуемой, то добавляют свежий лак повышенной вязкости и смесь тщательно размешивают.

Проверку лака на внешний вид производят следующим образом. Чистое стекло опускают в лак и, вынув его, дают лаку стечь. На стекле должен остаться ровный, тонкий, без крупинок слой лака. На свет лак должен быть черным. При наличии в лаке крупинок его следует профильтровать. Если цвет лака окажется коричневым, то таким лаком пропитывать изоляцию нельзя, и его необходимо отправить на лабораторный анализ. По результатам анализа принимается решение относительно возможности применения такого лака.

Покровные лаки и эмали обычно поступают в готовом виде. Перед употреблением их следует тщательно размешать, так как покровные лаки обладают способностью отслаиваться.

Лаки и эмали хранятся при температуре не ниже 1—2°С, а лаки и эмали, содержащие бензол, — при температуре не ниже 8—10°С. Хранение лаков при температуре выше 25°С не рекомендуется, так как это приводит к интенсивиому испарению растворителей. Сосуды с лаком и растворителями должны быть всегда плотно закрыты и храниться в безопасном в пожарном отношении помещении. Во время работ, связанных с сушкой и пропиткой, необходимо соблюдать правила пожарной безопасности, так как возможно самовоспламенение паров растворителей. В помещениях, где производится работа с лаками, недопустимо иаличие открытого огня, электрических искр и раскаленных проводников. Электрическая арматура должна быть взрывобезопасной.

4. ОБОРУДОВАНИЕ ПРОПИТОЧНОЙ

Пропиточное отделение электромашинного цеха оборудуется в соответствии с объемом и категорией ремонта. В процессе ремонта электрической машины пропитка и сушка занимают 30—50% общего времени ремонта машины. Поэтому от пропускной способности про-

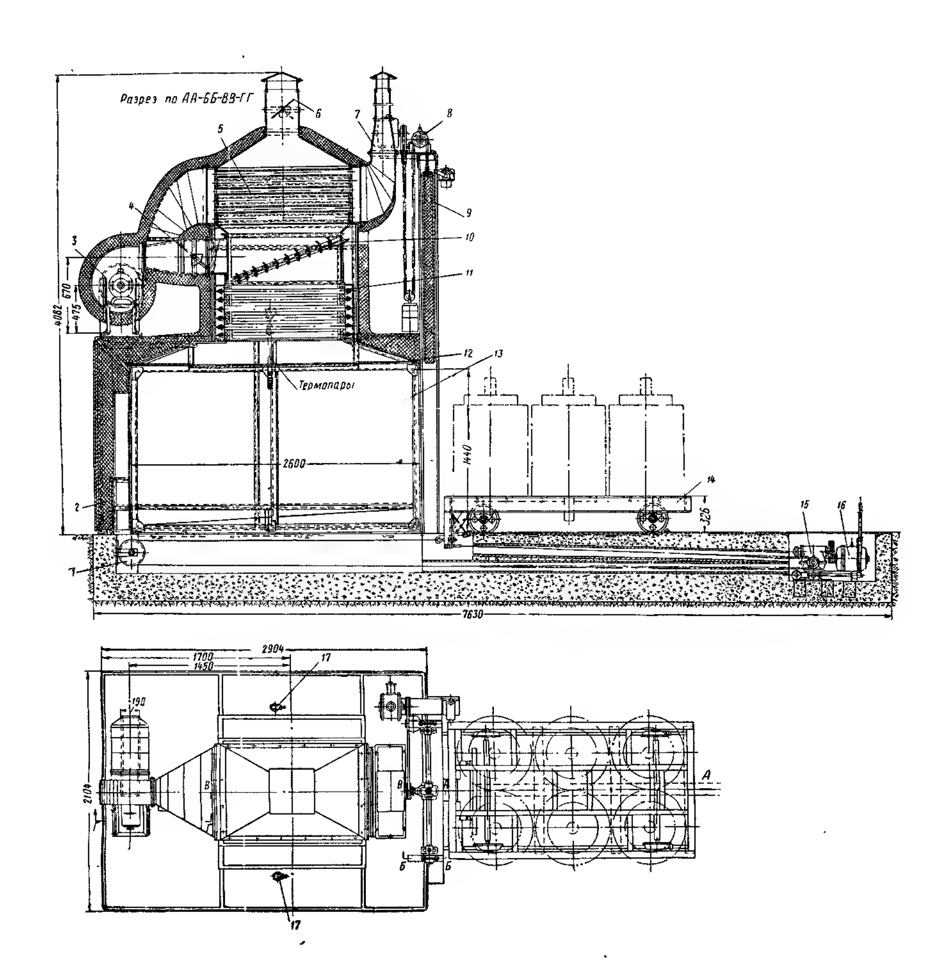


Рис. 84. Механизированная печь для сушки электрических машин:
1 — блок; *2* — каркас печи с изоляцией; *3* — вентилятор; *4, 6* — дроссельная заслонка; *5* — подогреватель; *7* — выхлопной патрубок; *8* — электропривод двери; *9* — дверь; *10* — распределительная решетка; *11* — электрокалорифер; *12* — подпорный лист; *13* — сушильная камера; *14* — тележка; *15* — редуктор; *16* — электропривод тележки; *17* — термопара

питочного отделения зависят сроки выполнения графиков ремонта. Увеличение числа обсуживающего персонала пропиточной почти не сказывается на повышении ее пропускной способности, так как определяет пропускную способность пропиточной время сушки, а не пропитки. Пропускная способность пропиточной прежде всего определяется правильным выбором полезного объема сушильных печей и максимальным сокращением вспомогательного времени за счет применения широкой механизации.

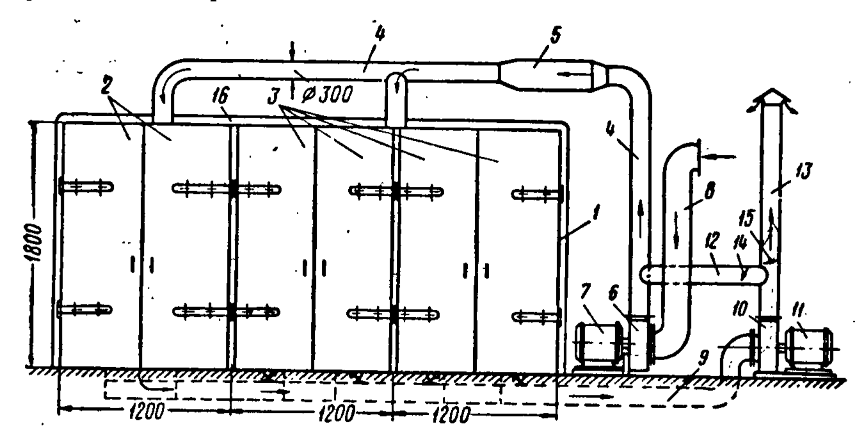


Рис. 83. Печь для сушки электрических машин при пропитке:

1 — корпус печи; *2* — двери отделения для сушки якорей; *3* — двери отделения для сушки остовов; *4* — воздухопровод нагнетательный; *5* — электрокалорифер *6* — нагнетательный вентилятор ЭВР-3; *7* — мотор вентилятора 1,2 *квт*; *8* — всасывающий рукав; *9* — отсасывающий воздухопровод; *10* — отсасывающий вентилятор ЭВР-2; *11* — мотор вентилятора 0,8 *квт*; *12* — соединительный рукав; *13* — выхлопная труба; *14* и *15* — заслонки; *16* — теплоизоляция печи

Сушильные печи должны обеспечивать требуемую технологией пропитки температуру воздуха, для нагрева которого используются электрические и паровые калориферы. На рис. 83 изображен общий вид печи с электрическим обогревом. Корпус печи *1* и двери *2* и *3* представляют собой каркас из уголкового железа, обшитый листовой сталью толщиной 1—2 *мм* и покрытый котельной асбестовой изоляцией. Снаружи изоляция покрыта мешковиной и окрашена огнеупорной краской. По всасывающему рукаву *8* свежий воздух засасывается вентилятором *6* и нагнетается в печь через калорифер *5*. По воздухопроводу *9* вентилятором *10* воздух, насыщенный парами растворителя, отсасывается из печи и по трубе *13* выбрасывается наружу. Для повышения температуры воздуха в печи применяется его циркуляция с частичным добавлением свежего воздуха. Для этого предусмотрены соединительный рукав *12* и заслонки *14* и *15*.

На рис. 84 показана сушильная печь другого типа. Сушильная камера *13* имеет такую же конструкцию, как и описанная выше. Над печью размещается электрокалорифер *11* и подогреватель воздуха *5*. Вентилятором *3* производится отсос насыщенного парами растворителей воздуха из сушильной камеры и выброс его через

трубы подогревателя и патрубок *7* наружу. Через дроссель *4* часть воздуха может быть направлена обратно в сушильную камеру. Шкаф закрывается дверью *9*, имеющей электрический привод *8*. Для загрузки в печь частей электрических машин предусмотрена тележка *14*, имеющая электрический привод *16*. Температура в печи контролируется термопарой *17*.

Вместо электрического калорифера может быть применен паровой с давлением пара не менее 6 *атм*, при котором в сушильной печи можно достигнуть требуемой температуры (120°С).

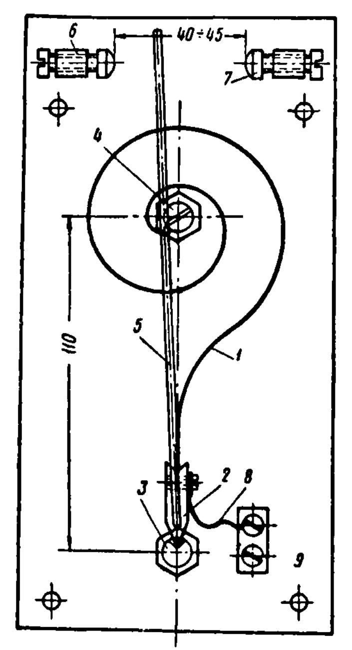


Рис. 85. Терморегулятор для автоматической регулировки температуры в сушильной печи:
1 — биметаллическая спираль; *2* — призма; *3* — подпятник; *4* — регулировочный винт; *5* — контактный палец; *6* — держатель контакта; *7* — контактные винты; *8* — гибкий шунт; *9* — панель

Для повышения качества сушки электрических машин большое значение имеет поддержание в сушильной печи постоянной максимально допустимой температуры. При отсутствии автоматических устройств нередки случаи нарушения режима сушки. Поэтому в настоящее время широкое распространение получает автоматическая регулировка температуры. Для этого могут быть использованы электроконтактный электронный регулятор температуры типа ЭРМ-47 и термопара типа ТХК-VIII. Для записи температуры используются самопишущие милливольтметры типа СГ-1 в паре с той же термопарой. Кроме регулятора температуры заводского производства, можно использовать терморегулятор, изготовленный в депо своими силами. На рис. 85 представлен один из таких терморегуляторов, а на рис. 86 — схема его включения.

Основным элементом терморегулятора является биметаллическая спираль *1* (см. рис. 85), которая одним концом впаяна в прорезь регулировочного винта *4*, а другим, опиленным в виде ножа, упирается в призму *2*. Призма *2* опирается на подпятник *3*. В призму впаян контактный палец *5*, изготовленный из латунной проволоки. Верхний конец пальца покрыт серебром. Контактный палец может свободно перемещаться вправо и влево в плоскости чертежа под действием спирали, которая при нагреве стремится развернуться. Контактные винты *7* устанавливаются так, чтобы палец из крайнего левого положения переходил в крайнее правое и обратно не плавно, а скачками. Установка температуры срабатывания достигается изменением угла закручивания спирали при помощи винта *4*. Терморегу-

лятор включается в схему через контактные винты *7* и гибкий шунт *8*. Для обеспечения надежной цепи контакты винтов *7* покрыты серебром. Все детали регулятора смонтированы на текстолитовой панели. Регулятор устанавливается в сушильном шкафу и защищается кожухом с отверстиями, закрытыми частой медной сеткой. Эта сетка служит для создания необходимой конвекции воздуха в кожухе и устранения возможности воспламенения паров растворителя при размыкании электрической цепи управления подогревом.

На рис. 86 представлена схема автоматического поддержания в сушильной печи температуры в установленных пределах. Первоначально печь включается вручную, для чего необходимо нажать

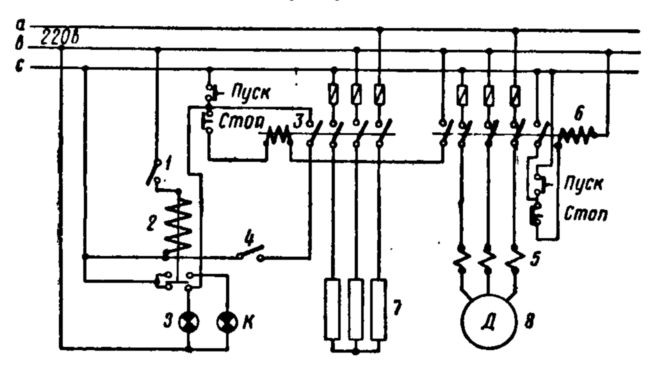


Рис. 86. Схема автоматического управления электрокалорифером:

1 — блок-контакт терморегулятора; *2* — реле; *3* — контактор; *4* — выключатель; *5* — тепловые реле магнитного пускателя; *6* — магнитный контактор; *7* — калорифер; *8* — двигатель вентилятора

кнопку «пуск» двигателя вентилятора *8*, а затем кнопку «пуск» калорифера *7*. При этом замыкаются электромагнитные контакторы *3* и *6*. Так как температура в печи ниже уставки терморегулятора, то его блок-контакт *1* разомкнут. Катушка реле *2* не возбуждена, и горит зеленая сигнальная лампа. При достижении в печи температуры 120° (верхний предел, на который отрегулирован терморегулятор) срабатывает терморегулятор и замыкает блок-контакт *1*. При этом возбуждается катушка реле *2*, и его якорь размыкает своей блокировкой цепь держащей катушки контактора *3*. Калорифер отключается, загорается красная лампа и температура воздуха в печи понижается. При снижении ее до 110° (нижний предел регулирования) терморегулятор размыкает блок-контакт *1* и якорь реле *2* отпадает. Включается контактор *3*, гаснет красная лампа и загорается зеленая.

Во время работы возможно перегорание одного из предохранителей двигателя вентилятора. Двигатель при этом отключается тепловыми реле *5*. При отсутствии вентиляции калорифер сильно разогревается, и имеется опасность возникновения пожара. Для предот-

вращения этого держащая катушка контактора электрокалорифера включена через прямую блокировку контактора двигателя, т. е. при отключении последнего сразу же отключается и калорифер.

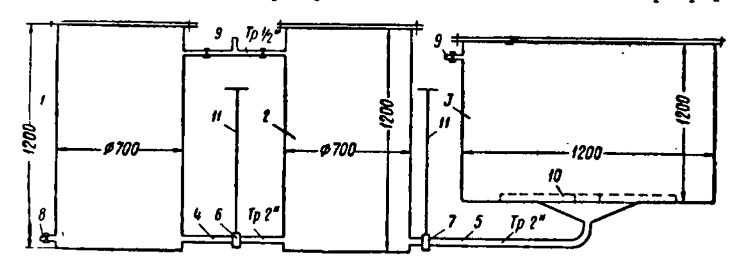


Рис. 87. Схема установки для пропитки при атмосферном давлении якорей и катушек, смонтированных в остове:

1 — бак для пропитки якорей; *2* — бак для хранения лака; *3* — бак для пропитки катушек; *4* и *5* — соединительные трубы; *6* и *7* — запорные краны; *8* — сливной кран; *9* — труба для подвода сжатого воздуха; *10* — подставка; *11* — ключ

Для перехода на ручное управление предусмотрен выключатель *4*, который замыкает цепь держащей катушки, помимо блокировок реле *2*.

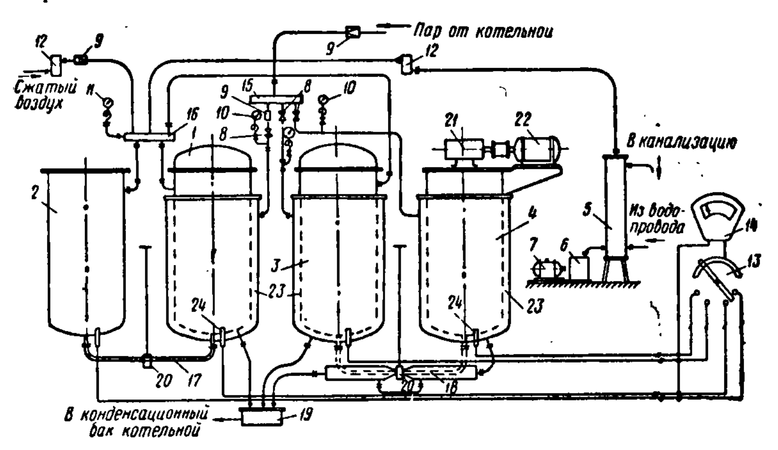


Рис. 88. Схема установки для вакуумно-иагнетательной пропитки якорей электрических машин и компаундирования катушек:

1 — автоклав для пропитки якорей; *2* — лакоприемник; *3* — автоклав для компаундирования катушек; *4* — смеситель; *5* — конденсатор поверхностного охлаждения; *6* — вакуум-насос ВН-1; *7* — мотор вакуум-насоса 2,8 *квт*, 950 *об/мин*; *8* — запорный вентиль; *9* — клапан редукционный на 3;4 и 8 *атм*; *10* — манометр; *11* — вакуумметр; *12* — масло-водоотделитель; *13* — переключатель на четыре положения; *14* — пирометр-милливольтметр; *15* — паровая гребенка; *16* — воздушная гребенка; *17* — лакопровод; *18* — массопровод; *19* — конденсационный горшок; *20* — запорный кран пробковый; *21* — мешалка; *22* — мотор мешалки 3 *квт*, 1 140 *об/мин*; *23* — змеевик парового обогрева и асбестовая изоляция; *24* — термопара типа ТХК-VIII с длиной жезла 500 *мм*

Для пропитки при атмосферном давлении якорей и катушек, смонтированных в остове, может быть использована установка, изображенная на рис. 87. Бак *1* предназначен для пропитки якорей

электрических машин. Его размер определяется размером якоря. Бак 2 служит для хранения необходимого количества пропиточного лака. Бак 3 имеет прямоугольную форму и размеры, позволяющие погружать в него остов тягового двигателя. Этот бак предназначен для пропитки катушек, смонтированных в остове. Все баки соединены между собой трубами, снабженными пробковыми кранами, и имеют подводку воздуха. Баки герметически закрываются крышками на болтах. Опыт работы ряда депо показал, что пропитка катушек путем заполнения остова двигателя лаком приводит к значительным потерям лака, несмотря на применяемые меры против его утечки. Рекомендуемый способ пропитки полностью устраняет потери лака. Необходимо только создать первоначальный его запас.

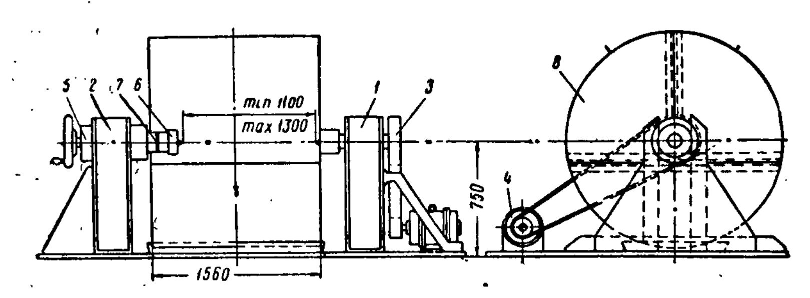


Рис. 89. Станок для разбрызгивания лака после пропитки якоря:
1 — передняя стойка; 2 — задняя стойка; 3 — шкив; 4 — электромотор; 5 — задняя бабка; 6 — вращающийся центр; 7 — упорный подшипник; 8 — кожух

На рис. 88 представлена схема установки для вакуумно-нагнетательной пропитки якорей и компаундирования катушек. Лакоприемник 2 предназначен для хранения лака. Автоклав 1 соединен лакопроводом 17 с баком 2 и служит для вакуумно-нагнетательной пропитки якорей. В автоклаве 3 производится компаундирование катушек, а в смесителе 4 приготовляется компаундная масса. Для перемешивания массы на крышке автоклава установлена мешалка 21 с электрическим приводом. Все три автоклава имеют тепловую изоляцию, в которой размещен змеевик парового обогрева. Автоклавы 1 и 3 могут соединяться с воздушной магистралью депо или с вакуумнасосом 6. Для обеспечения нормальной работы насоса предусмотрен холодильник. Температура автоклавов контролируется термопарой с милливольтметром.

После каждой пропитки из якорей должны удаляться излишки лака. Лучше всего это достигается разбрызгиванием лака на специальном станке, изображенном на рис. 89. Скорость вращения якоря примерно 200—250 *об/мин*.

Пропиточное отделение должно быть оборудовано кран-балкой с тельфером или мостовым краном грузоподъемностью 2—3 *т* в зависимости от веса пропитываемых узлов машины. Для обеспечения требуемых санитарно-гигиенических условий в пропиточном отде-

лении необходима установка пропиточно-вытяжной вентиляции с зонтами у пропиточных баков и печей.

5. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ СУШКА

Перед пропиткой для удаления из изоляции влаги производится предварительная сушка, которая необходима для того, чтобы, во-первых, во время сушки после пропитки выход влаги не увеличил пористости лаковых покрытий и тем самым не уменьшил их влагостойкости, и, во-вторых, для ускорения проникания лака в изоляцию обмотки после пропитки.

Для сушки детали электрических машин размещаются на тележках и загружаются в сушильную печь. Остовы, в которых смонтированы катушки, целесообразно ставить на тележки вертикально, так как при такой установке не будет необходимости переворачивать их во время пропитки.

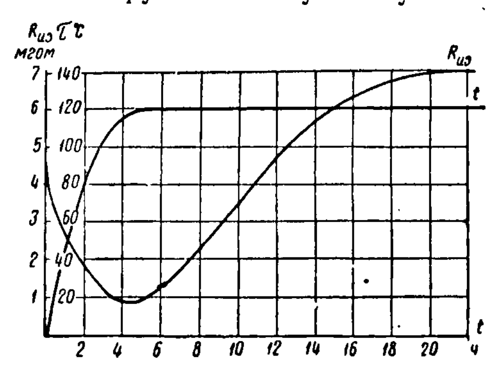


Рис. 90. Диаграмма изменения сопротивления изоляции и температуры в печи в зависимости от длительности сушки:
$R_{из}$ — сопротивление изоляции; τ — температура сушки; t — время сушки

Отдельные катушки помещаются в решетчатых металлических корзинах. Якоря в зависимости от конструкции тележек укладываются горизонтально или вертикально.

В начале сушки температура в печи поднимается медленно, так как необходимо предварительно нагреть детали из холодного состояния до температуры сушки. Началом отсчета времени сушки следует считать момент, когда температура в печи достигнет 100°С. На рис. 90 представлена диаграмма изменения сопротивления изоляции обмоток и температуры в печи в зависимости от времени сушки. Вначале сопротивление резко падает, а затем начинает медленно возрастать. Когда оно станет больше 5 *мгом*, сушку можно прекратить. При этом следует помнить, что лучше продержать детали в печи лишнее время, чем пропитать недостаточно высушенную обмотку. Критерием при определении качества сушки принято считать сопротивление изоляции обмотки. Однако этот критерий не является достаточно объективным, потому что изоляция обмоток состоит из материалов с различными значениями сопротивления. Иногда может оказаться, что у «влажных» двигателей сопротивление изоляции обмоток выше, чем у двигателей с сухой изоляцией.

Кроме того, сопротивление изоляции зависит от напряжения мегомметра, температуры обмотки и длительности процесса из-

мерения. Более объективную оценку состояния изоляции дает использование отношения $\frac{R_{60}}{R_{15}}$, где R_{60} и R_{15} — сопротивления изоляции на 60-й и 15-й секундах от начала приложения испытательного напряжения.

Для увлажненной изоляции это отношение при температуре 15—20°С меньше 2, а для просушенной изоляции составляет 2,3—2,5. При температуре 120° указанное отношение несколько снижается. Принято считать сушку законченной, если это отношение больше 2.

Недостатком оценки качества изоляции этим методом является возможность появления погрешности из-за неточности отсчета, но эта ошибка обычно бывает незначительной.

Об увлажнении изоляции тяговых двигателей можно также судить по результатам испытания методом «емкость-частота». Сущность этого метода была изложена в главе II. Если отношение $\frac{C_2}{C_{50}} < 2$, то сушку прекращают.

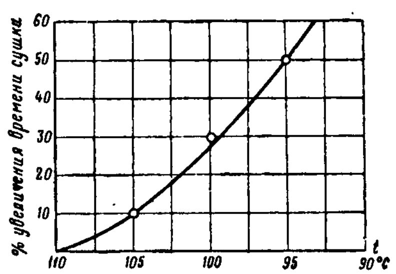


Рис. 91. Диаграмма зависимости увелнчения времени сушкн от температуры в сушильной печи:
t — температура в печи

Следует отметить, что каждый из отмеченных выше показателей качества сушки электрических машин не является исчерпывающим. Поэтому практически сушку следует прекращать тогда, когда удовлетворяются все три условия. Это дает наиболее хорошие результаты.

В табл. 22 приведены минимальные разрешаемые нормы сопротивления изоляции и продолжительности сушки, установленные Главным управлением локомотивного хозяйства МПС. При определении времени сушки следует учитывать только то время, когда температура в печи была выше 110°С. В случае падения температуры в печи ниже 110°С время сушки увеличивается согласно данным диаграммы рис. 91. При падении температуры в печи ниже 95°С время пребывания машин в ней вовсе не учитывается.

Таблица 22

Показатель	Единица измерения	Тяговые двигатели с изоляцией на		Вспомогательные машины с изоляцией на	
		3 000 *в*	1 500 *в*	3 000 *в*	1 500 *в*
Предварительная сушка перед первой пропиткой . .	*ч*	12	12	12	10
Сопротивление изоляции при 70—100°С *	*мгом*	5/5**	3/5	5/5	3/4
Первая пропитка	*мин*	15	15	15	15

Продолжение

Показатель	Единица измерения	Тяговые двигатели с изоляцией на		Вспомогательные машины с изоляцией на	
		3 000 *в*	1 500 *в*	3 000 *в*	1 500 *в*
Стекание лака	*мин*	20	20	20	20
Окончательная сушка или сушка перед бандажировкой	*ч*	18	16	16	12
Сопротивление изоляции при 70—100°С	*мгом*	5—остов, 5/3—якорь	4—остов, 3/4—якорь	5—остов, 5/3—якорь	4—остов, 3/3—якорь
Бандажировка якоря . . .	*ч*	4	4	4	4
Сушка перед второй пропиткой	»	12	12	12	12
Сопротивление изоляции при 70—100 С	*мгом*	—/5***	—/4	—/5	—/4
Вторая пропитка	*мин*	15	15	15	15
Стекание лака	»	20	20	20	20
Сушка после второй пропитки	*ч*	18	16	16	12
Сопротивление изоляции при 70—100°С	*мгом*	—/5	- /4	—/5	—/4
Лакировка	*мин*	10	10	10	10
Сопротивление изоляции при 70—100 С	*мгом*	5	4	5	4
Сушка после лакировки .	*ч*	6	6	6	6

* Сопротивление изоляции всех обмоток, кроме низковольтных, измеряется мегомметром с напряжением 2,5 *кв*, а низковольтных обмоток — мегомметром с напряжением 500 *в*.

** В числителе указаны нормы сопротивления изоляции для пропиточного ремонта, в знаменателе — для среднего и капитального.

*** Знак «—» в числителе означает, что при пропиточном ремонте данная операция (измерение) не производится.

6. ПРОПИТКА И СУШКА ПОСЛЕ ПРОПИТКИ

Пропитка погружением при атмосферном давлении. При пропитке погружением якоря поочередно выкатывают из печи, поднимают краном коллектором вверх и опускают в бак *1* с лаком (см. рис. 87). Якорь опускают настолько, чтобы лак не доходил до петушков коллектора на 15—20 *мм*. Выдержка в лаке продолжается до прекращения выделения пузырьков воздуха, но не менее 15 *мин*. Затем якорь поднимают над баком и дают стечь лаку. После стока лака якорь ставят на разбрызгивающий станок и вращают в течение 5—6 *мин* для удаления излишков лака. После разбрызгивания якоря загружаются в печь для второй сушки. Якоря с двумя коллекторами пропитываются в горизонтальном положении при обильном поливе лаком и одновременном повороте якоря.

Такие якоря можно пропитывать и погружением. В этом случае перед погружением один из коллекторов необходимо обернуть полотном и после пропитки тщательно промыть бензином.

Остовы машин, в которых смонтированы полюсные катушки, для пропитки помещаются в бак. При достаточном количестве лака остов полностью погружается в лак. Если лака недостаточно, то остовы можно пропитать путем заполнения их лаком. Для этого на дио бака *3* укладывается уплотняющий щит, изготовленный из досок и обшитый с обеих сторон войлоком. Для подачи лака в центре щита предусмотрено отверстие. Все крупные отверстия в остове двигателя закрываются крышками с войлочными прокладками, а болтовые—деревянными пробками. Остов коллекторной стороной устанавливается на уплотняющую подставку. Для уменьшения необходимого количества лака внутрь остова вставляется цилиндрический, герметически запаянный бак из жести, с диаметром, равным диаметру якоря, и длиной, равной длине остова. Внутрь остова через отверстие в уплотняющем щите впускается лак, который заполняет остов до межкатушечных соединений. Регулируя давление воздуха в баке *2*, поддерживают постоянный уровень лака в остове. Когда выделение пузырьков воздуха прекратится и время пропитки будет выдержано, лак спускают и приподнимают остов над баком для стока лака. После этого остов загружают в печь для сушки.

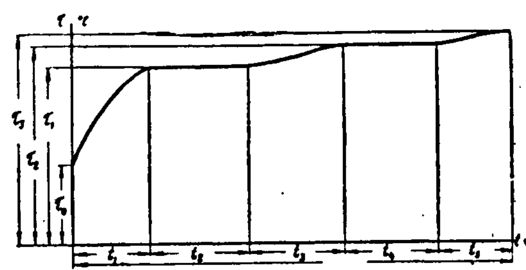


Рис. 92. График измеиения температуры воздуха в сушильной печи в процессе сушки

Сушка после пропитки производится для того, чтобы испарить влагу и неокисленные растворители. На рис. 92 графически представлена зависимость температуры в печи от продолжительности сушки после пропитки. Общее время сушки равно

$$T = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5,$$

где t_1 — время нагрева деталей до температуры интенсивного испарения легких испарителей τ_1;

t_2 — время, необходимое для испарения легких растворителей;

t_3 — время нагрева деталей до температуры интенсивного испарения тяжелых растворителей τ_2;

t_4 — время, необходимое для испарения тяжелых растворителей;

t_5 — время нагрева обмоток после испарения тяжелых растворителей.

Минимальное время сушки после пропитки и минимальное значение сопротивления изоляции приведены в табл. 22. Все сказан-

ное в предыдущем параграфе относительно контроля процесса сушки электрических машин полностью относится и к сушке после пропитки.

При пропиточном ремонте пропитка машин на этом заканчивается. Обмотки покрывают лаком и после высыхания поступают на окончательную отделку и сборку.

При среднем ремонте для более глубокого проникания лака в изоляцию первая пропитка производится при снятых постоянных бандажах с установкой на пазовой части временных бандажей, а также при снятом миканитовом фланце. После сушки и остывания якоря поступают на бандажировочный станок для наложения постоянных бандажей и установки миканитового фланца. Затем якоря подвергаются второй пропитке и сушке по описанной выше технологии. Остовы, проходящие средний ремонт без демонтажа катушек, после первой пропитки и сушки проходят вторую пропитку и сушку по той же технологии.

Вакуумно-нагнетательная пропитка якорей. При среднем ремонте якоря обязательно проходят вакуумно-нагнетательную пропитку. Предварительная сушка якорей производится в сушильной печи с циркуляцией воздуха при атмосферном давлении и температуре 110—130°С в течение 10—12 *ч*, с последующей выдержкой под вакуумом 620 *мм рт. ст.* в автоклаве при 60—70°С в течение 30 *мин*. К моменту заполнения автоклава лаком температура якоря должна быть 60—70°С. При открытии крана *20* (см. рис. 88) лак из лакоприемника *2* поступает в автоклав. При этом температура лака должна быть 40—60°С и вакуум — 600—620 *мм рт. ст.* Уровень лака в автоклаве должен быть на 20 *мм* ниже петушков коллектора. В этот момент кран *20* закрывается. Отсос воздуха из автоклава прекращается и автоклав сообщается с магистралью сжатого воздуха давлением 6 *атм*. При таком давлении пропитка продолжается в течение 45 *мин*. Температура в автоклаве должна поддерживаться в пределах 40—50°С. Затем открывается кран *20* и сжатым воздухом при давлении 2 *атм* лак перегоняется в лакоприемник. В течение 20 *мин* дают лаку стечь, а затем устанавливают якорь на станок для разбрызгивания. После этого якорь загружают в автоклав при 40—50°С.

Далее включается вакуум-насос и якорь сушится в течение 1 *ч* при постепенно увеличивающемся вакууме от 0 до 620 *мм рт. ст.* при 40—50°С. Затем при том же вакууме в течение 1 *ч* производится повышение температуры от 50 до 110°С. При 110°С и вакууме 620 *мм рт. ст.* сушка продолжается в течение 4 *ч*. По истечении 4 *ч* якорь вынимают из автоклава, покрывают покровным лаком и сушат в циркуляционных печах при 110—120°С в течение 18 *ч*. Общее время вакуумно-нагнетательной пропитки составляет 30 *ч*.

Вместо предварительной и окончательной сушки в циркуляционных печах можно проводить каждую сушку под вакуумом в течение 4 *ч*.

7. КОМПАУНДИРОВАНИЕ КАТУШЕК

При среднем и капитальном ремонте катушки главных и дополнительных полюсов подвергаются компаундированию.

При капитальном ремонте катушки проходят компаундирование дважды: при снятом киперном бандаже с временным ленточным бандажом и с постоянным ленточным бандажом, защищенным сверху временным бандажом. После компаундирования временный бандаж снимается и вместе с ним удаляются излишки и наплывы компаунда. Между первым и вторым компаундированием катушки опрессовываются по шаблону и проверяются на витковое замыкание. При среднем ремонте катушки проходят одно компаундирование, соответствующее второму компаундированию при капитальном ремонте. Правила ремонта тяговых двигателей и вспомогательных машин требуют обязательного проведения компаундирования катушек при среднем ремонте. Как исключение, разрешается при отсутствии оборудования для компаундирования катушек заменять этот процесс при среднем ремонте двойной пропиткой с выемкой катушек из остова.

Сначала катушки пропитывают вынутыми из остова; вторую пропитку они проходят после монтажа их в остове. При компаундировании катушки помещаются в решетчатые металлические корзины в висячем положении. Ниже рассмотрен технологический процесс компаундирования катушек.

Первое компаундирование при капитальном ремонте. Катушки сушатся в печи при температуре 130—140°С в течение 8 *ч* или в автоклаве в течение 3 *ч*.

Изолированные временным ленточным бандажом катушки закладываются в автоклав и в течение 1 *ч* нагреваются до 150—160°С при вакууме 600—650 *мм рт. ст.*

Не снижая вакуума, в автоклав через кран *20* впускается компаундная масса. Температура ее должна быть равной температуре в автоклаве, т. е. 150—160°С. Автоклав заполняется массой в три-четыре приема с интервалами 10—15 *мин*.

Давление поднимается до 6 *атм*, и катушки выдерживаются при этом давлении в компаундной массе в течение 3 *ч*. Затем компаундная масса выпускается в смеситель и маслопровод продувается воздухом при давлении 2 *атм*, после чего катушки выдерживаются в автоклаве в течение 1 *ч* для стока лака.

На вынутых из автоклава катушках временный бандаж заменяется постоянным.

Второе компаундирование при капитальном ремонте (единственное при среднем ремонте). Катушки загружаются в автоклав или печь. Производится предварительная сушка при температуре 130—140°С и атмосферном давлении в автоклаве в течение 5 *ч*, а в печи в течение 8 *ч*. В герметически закрытом автоклаве создается вакуум до 600—650 *мм рт. ст.* и при температуре 145—160°С катушки сушатся в течение 2 *ч*.

В автоклав в несколько приемов (три-четыре) подается масса при температуре 150—160°С при вакууме 600—650 *мм рт. ст.* Давление в нем поднимается до 6 *атм* и катушки выдерживаются при этом давлении в течение 15 *мин* при температуре 150—160°С.

При вакууме 550—600 *мм рт. ст.* давление снимается и катушки выдерживаются в автоклаве еще 15 *мин.* При этом компаундная масса будет расширяться. Необходимо следить, чтобы масса не попала в воздухопровод, соединяющий автоклав с вакуум-насосом. При поднятии массы до воздухопровода следует перекрыть кран, соединяющий автоклав с вакуум-насосом.

Операции повышения давления и разрежения повторяются три-четыре раза.

Катушки пропитываются в течение 3 *ч* при температуре 150—160°С и давлении 6 *атм.* Воздухом под давлением 2 *атм* из автоклава удаляется масса и продувается массопровод. Масса с катушек стекает в течение 1 *ч*, затем они вынимаются из автоклава и с них снимается временный защитный бандаж.

Катушки окрашивают покровным лаком и сушат в циркуляционной печи в течение 6 *ч*.

8. ОКРАСКА КАТУШЕК ПОКРОВНЫМ ЛАКОМ

Завершающей операцией при пропитке электрических машин является окраска покровным лаком изоляции обмоток и катушек.

Окраска производится путем нанесения слоя лака кистью или воздушным пульверизатором. Лак наносится тонким, ровным слоем без просветов. Особенно следует обращать внимание на плотность покрытия, так как даже небольшой просвет может явиться очагом разъедания изоляции смазочными маслами. После окраски производится сушка в течение 6—8 *ч* при температуре 110—120°С. По окончании сушки целесообразно машины оставить в выключенной печи на 6—8 *ч* для медленного остывания, при котором создается прочная пленка лака, хорошо противостоящая внешним воздействиям. После остывания проверяется сопротивление изоляции обмоток, и детали поступают для последующего ремонта и сборки.

ГЛАВА IX

РЕМОНТНЫЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ПОСЛЕ ПРОПИТКИ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

После пропитки тяговых машин выполняются следующие ремонтные работы: обточка и продорожка коллектора, приточка и посадка вентилятора, балансировка якоря, мелкий механический ремонт остова, ремонт выводных концов.

Необходимость выполнения этих работ после пропитки обусловлена тем, что большинство из них являются завершающими, а некоторые работы — отделочными, и выполнение их до пропитки вызвало бы частичную, а в некоторых случаях полную переделку. Например, обточку и продорожку коллектора нельзя проводить до пропитки, потому что во время пропитки производится подтягивание крепежных болтов коллектора и при этом он деформируется.

Из опыта многих депо установлено, что ремонтные работы, выполняемые после пропитки, должны производиться в строгой последовательности: обточка коллектора, его продорожка, подбор и насадка вентилятора, балансировка якоря. Параллельно с этими работами производится мелкий механический ремонт остова машины.

2. ОБТОЧКА КОЛЛЕКТОРА

Обточку коллектора производят на токарном станке. Перед установкой якоря на станок тщательно прочищают центровые отверстия с обоих концов вала и рабочие поверхности колец подшипников. Якорь устанавливается в центрах станка и одним концом закрепляется в кулачках патрона. Правильность установки якоря в центрах проверяют индикаторной головкой, укрепленной в резцедержателе станка.

Рычаг индикатора своим шариком опирается на рабочую поверхность кольца подшипника. Медленным вращением якоря от руки определяется величина биения по отклонению индикатора. Разрешается производить обточку коллектора при биении колец подшипников не более 0,03—0,035 *мм*. При большей величине биения следует определить направление его и устранить подтягиванием соответствующих кулачков. При этом необходимо следить, чтобы

под кулачки патрона были подложены медные прокладки. Если же биение колец при подтягивании кулачков не уменьшается или еще остается выше допустимого, следует конец вала со стороны коллектора закрепить в неподвижном люнете и резцом выправить центровое отверстие со стороны коллектора. Окончательное выправление центровых отверстий производится вручную шабером, для чего отводят заднюю бабку станка и снимают тонкую стружку с той стороны центрового отверстия, с которой замечено биение кольца. В последнее время находит широкое применение обточка коллектора при вращении якоря в специальном приспособлении.

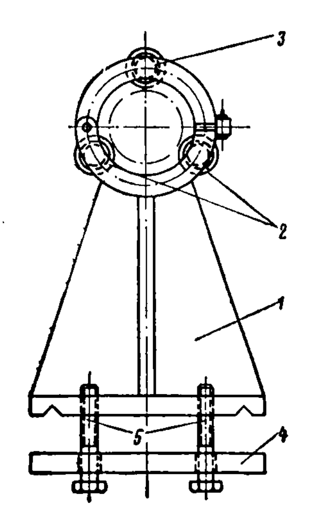


Рис. 93. Стойка для бесцентровой обточки коллектора:

1 — стойка; 2 — неподвижная дуга с подшипниками № 308; 3 — откидная дуга с подшипниками № 308; 4 — планка; 5 — болты

В этом приспособлении якорь своими шейками (кольцами подшипников) вращается на специальных опорах (рис. 93). Конструктивно данное приспособление состоит из двух стоек, укрепленных на станине токарного станка со стороны патрона и задней бабки. На каждой стойке укреплено по два подшипника № 308 под углом 60° к вертикальной оси. Третий подшипник укреплен в откидывающейся крышке.

Якорь при откинутых крышках укладывается на нижние подшипники и закрепляется откидной крышкой. Привод якоря осуществляется от шпинделя станка через поводок, который навинчивается на резьбу на конце вала якоря. Применение приспособления позволяет быстро производить обточку коллектора с высокой точностью.

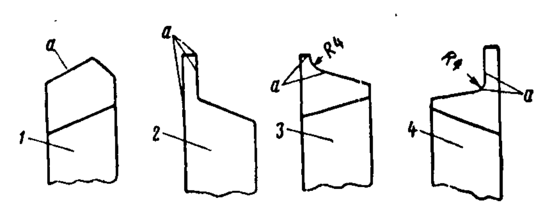


Рис. 94. Форма режущих кромок резцов для обточки коллекторов:

а — режущие кромки; 1 — резец для проточки рабочей поверхности; 2 — резец для подреза петушков и проточки канавки; 3 — резец для галтели со стороны канавки; 4 — резец для галтели со стороны конуса

Обтачивать коллектор следует при малой величине подачи, чтобы не образовались риски на его поверхности. Глубина резания берется 0,1—0,3 *мм*. При большей глубине резания происходит за-

тягивание коллектора (загиб стружки в канавку между двумя соседними коллекторными пластинами), которое затрудняет его продорожку, а после продорожки получается неровная грань коллекторной пластины.

Обычно выработка коллектора составляет 0,4—0,8 *мм*, поэтому достаточно двух обдирочных проходов и одного чистового. Чистовой проход производится при глубине резания не более 0,1 *мм* с высокой скоростью вращения. Специальными резцами (рис. 94) снимаются закругления с краев коллекторных пластин. После обточки целесообразно произвести предварительную шлифовку стеклянной шкуркой № 120—150.

Во время шлифовки удаляют риски с поверхности коллектора и одновременно очищают канавки между коллекторными пластинами от попавшей в них при проточке стружки.

Якоря с двумя коллекторами следует протачивать с одной установки на станок. Якорь генератора управления протачивается в процессе сборки после насадки его на вал двигателя. Подробнее об этом сказано в главе X.

По окончании проточки измеряется наружный диаметр коллектора. Он не должен быть меньше значений, приведенных в табл. 23.

Таблица 23

Наименование размеров и сторона машины	Тип машины	Размер для новой детали в *мм*	Допустимый размер в *мм* при выпуске из ремонта	
			среднего	пропиточного
Диаметр рабочей поверхности коллектора	ДПЭ-340	546±1	547—515	547—514
	ДПЭ-400	$565^{+2,5}_{-0,5}$	567,5—534,5	567,5—533
	ДК-103, ДПИ-150	$380^{+1}_{-0,5}$	381—352	381—352
	ДК-403, ДВ-18, ЭК-12, ДК-404	$310^{+1,0}_{-0,5}$	311—290	311—290
	ДК-402	400	400—380	400—380
Сторона мотора	ДК-401	$410_{-0,5}$	410—390	410—390
» генератора	ДК-401	$406^{+1,0}_{-0,5}$	407—380	407—380
» мотора	ДМГ-1500/50	197±1,0	198—174	198—172
» генератора	ДМГ-1500/50	190±1,0	191—174	191—172
	ДК-601	$310^{+1,0}_{-0,5}$	311—290	311—290
	ДК-405	$222^{+1,0}_{-0,5}$	223—206	223—205
	ЭК-15	$292^{+1,0}_{-0,5}$	293—270	293—270
	ДК-406	$285^{+1,0}_{-0,5}$	286—270	286—270

3. ПРОДОРОЖКА КОЛЛЕКТОРА

Необходимость продорожки объясняется тем, что при работе машины поверхность коллектора изнашивается, причем медь изнашивается быстрее, чем миканит, и он выступает над поверхностью коллектора. В этом случае при вращении коллектора выступающие миканитовые пластины задевают за щетки, появляются отколы щеток и отрыв их от коллектора, в результате чего возникает сильное искрение. Чтобы избежать этого, при ремонте удаляется слюда между пластинами на глубину 1,2—1,5 *мм*. Эта операция и называется продорожкой коллектора.

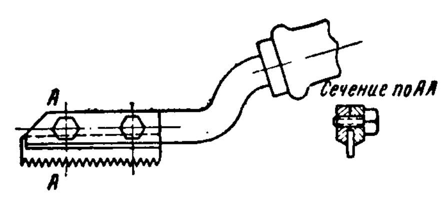


Рис. 95. Приспособление для ручной продорожки

При продорожке необходимо следить за тем, чтобы не оставалось миканита, приставшего к коллекторной пластине, так как при износе коллектора миканит может вызвать искрение.

Продорожка коллектора производится вручную или механически. При механической продорожке работа выполняется гораздо быстрее и качественнее. Так, например, квалифицированный слесарь вручную продороживает коллектор якоря тягового двигателя за 6—7 *ч*, а механически — за 1,5—2 *ч*.

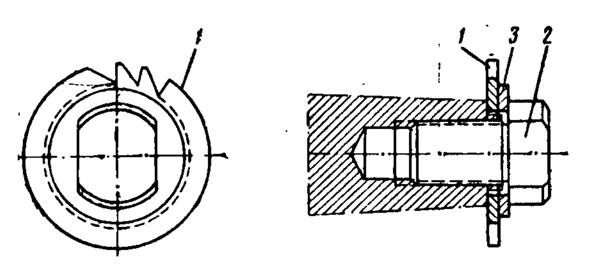


Рис. 96. Фреза для механической продорожки:
1 — фреза; *2* — крепежный болт; *3* — шайба

При ручной продорожке миканит выбирается при помощи ножовочного полотна, зажимаемого в специальную державку (рис. 95). Толщина полотна берется тоньше слоя миканита на 0,1—0,2 *мм*. Длина полотна для продорожки берется 30—60 *мм* в зависимости от длины коллектора. При продорожке вручную сначала выбирают миканит на глубину 1,2 *мм* при вертикальном положении полотна, а затем подрезают остатки миканита сначала с одной стороны, потом с другой. При этой операции необходимо следить за тем, чтобы торцом полотна не поцарапать поверхность коллектора при выскакивании полотна из канавки.

Механическая продорожка производится на специальном станке или на приспособлениях различных конструкций. Идея устройства этих приспособлений заключается в том, что от двигателя приво-

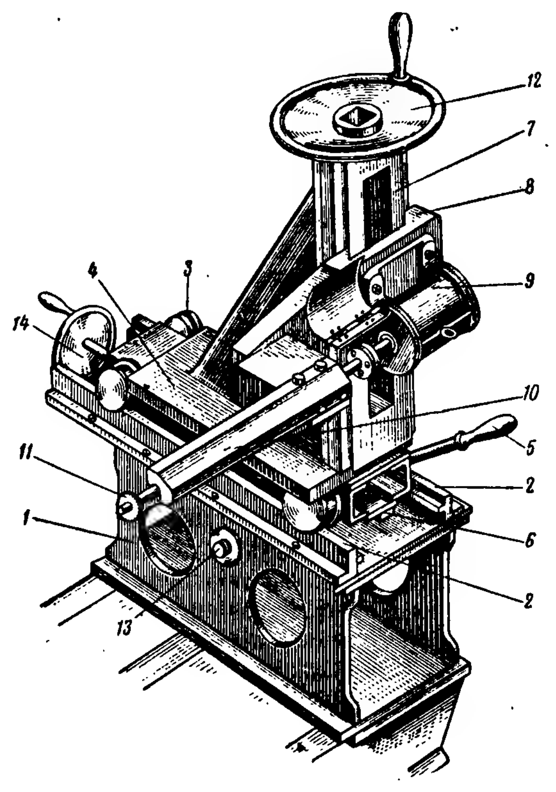


Рис. 97. Общий вид станка для продорожки коллектора:
1 — основание; 2 — направляющие; 3 — катки; 4 — стол; 5 — рукоятка; 6 — рейка; 7 — вертикальные направляющие; 8 — плита; 9 — двигатель; 10 — шпиндель; 11 — фреза; 12 — маховичок вертикального перемещения фрезы; 13 — ось зубчатого колеса; 14 — маховик винта ограничителя хода

дится во вращение со скоростью около 1 500 *об/мин* шпиндель с укрепленной на нем фрезой (рис. 96). Фреза имеет диаметр около 20 *мм* и толщину рабочей части, равную толщине миканита между пластинами коллектора.

Основными требованиями, предъявляемыми к станкам для продорожки, являются: отсутствие дрожания шпинделя, строгая параллельность направления движения фрезы по отношению к пластинам коллектора; возможность производства продорожки коллекторов всех машин, проходящих ремонт в цехе; высокая производительность.

Обычно в депо для этого приспосабливают старые токарные станки. В суппорте станка укрепляется двигатель, на удлиненный

вал которого насаживается фреза. Плоскость фрезы совпадает с осью центра станка. Движение вдоль коллектора производится вращением ходовой шестерни суппорта, а поворот якоря на коллекторное деление производится рабочим вручную. На рис. 97 представлено другое приспособление для продорожки. На станине токарного станка устанавливается основание *1* приспособления для продорожки. Направляющие *2* основания *1* должны быть строго парал-

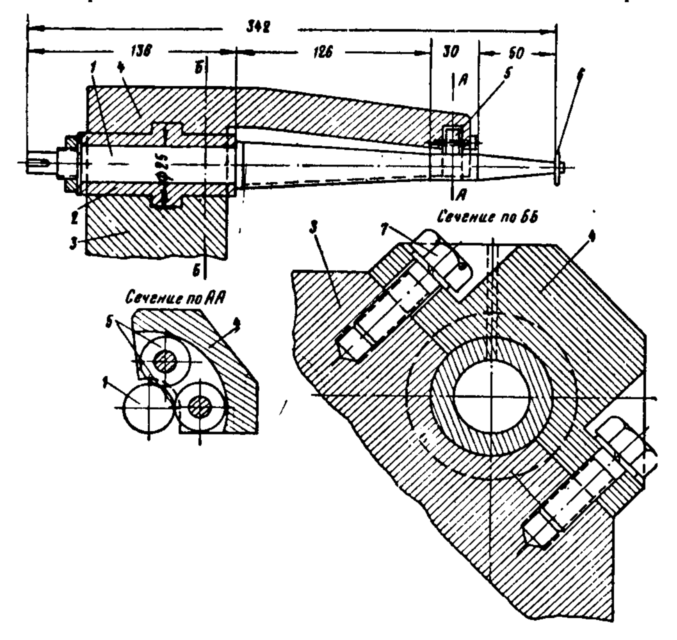


Рис. 98. Конструкция шпинделя приспособления для продорожки коллекторов:

1 — шпиндель; *2* — бронзовый подшипник; *3* — опорная плита; *4* — кронштейн; *5* — опорные ролики; *6* — фреза; *7* — крепежные болты

лельны продольной оси станка. Вдоль направляющих перемещается на катках *3* стол *4*. Перемещение его производится при помощи зубчатого колеса, насаженного на ось *13*, которая приводится во вращение рукояткой *5*. Зубчатое колесо сцепляется с рейкой *6*, укрепленной на столе *4*. На ней же укреплены и вертикальные направляющие *7*, по которым перемещается плита *8* с установленным на ней двигателем *9* и оправкой со шпинделем *10*. На конце шпинделя укрепляется фреза. Вертикальное перемещение ее производится при помощи червячного винта и маховичка *12*. Для обеспечения большей жесткости шпиндель своим основанием закрепляется в подшипниках скольжения, а вблизи фрезы опирается на два ролика, укрепленных в массивном кронштейне. Упор шпинделя выполняется сплошным и крепится болтами к подвижной плите (рис. 98). Работа на этом приспособлении показана на рис. 99.

После продорожки необходимо тонким, острым ножом подрезать оставшиеся тонкие пластинки слюды и снять фаски на продольных кромках коллекторных пластин. Фаски на краях пластин делаются для того, чтобы удалить заусенцы, которые образовались при обточке и продорожке коллектора. Но всякая фаска на кромке коллекторной пластины уменьшает рабочую поверхность ее, а следовательно, несколько ухудшает условия коммутации тока, поэтому при выполнении этой работы необходимо стараться делать фаски наименьшего



Рис. 99. Продорожка коллектора

размера, особенно у коллекторов с узкой коллекторной пластиной Правилами ремонта установлен максимальный допустимый размер фаски не более 0,3 *мм*. Для улучшения коммутации желательно, чтобы фаска не превышала 0,2—0,25 *мм*.

Последней операцией при ремонте коллектора является его шлифовка, которая производится на токарном станке при высокой скорости вращения якоря (около 500 *об/мин*) тонкой стеклянной бумагой № 190—200. Хорошие результаты шлифовки получаются при использовании специальной колодки с вырезом по диаметру коллектора. Внутренняя поверхность ее обтягивается стеклянной бумагой.

При шлифовке колодку медленно передвигают взад-вперед вдоль оси якоря.

В последнее время получает распространение шлифовка коллекторов при помощи вращающегося шлифовального круга, укрепленного в суппорте станка. Шлифовальный камень должен вращаться в направлении вращения коллектора. Шлифовка коллекторов шлифовальным камнем обеспечивает получение строго цилиндрической поверхности. Шлифовка продолжается до полного выведения рисок и получения ровной, блестящей поверхности. Затем коллектор полируют брезентовым полотном, что значительно улуч-

шает качество поверхности коллектора и оказывает существенное влияние на коммутацию тягового двигателя во время работы.

Одновременно с коллектором шлифуют и бандаж миканитового конуса. Для этого крупным напильником зачищают поверхность конуса и торцовую часть коллекторных пластин, а затем крупной стеклянной бумагой шлифуют их до получения ровной, гладкой поверхности. После шлифовки якорь продувают сухим сжатым воздухом в продувочной камере. Отшлифованный и продутый якорь проверяют на витковое замыкание, диэлектрическую прочность изоляции (высоким напряжением) и величину сопротивления обмотки. Если якорь исправен и удовлетворяет всем нормам, то поверхность конуса, торцовую поверхность коллекторных пластин и петушки два-три раза окрашивают глифталевым лаком 1201. Когда лак высохнет, поверхность коллектора обертывают прессшпаном, и на этом электрический ремонт якоря заканчивается. Как известно, применяемый при этом глифталевый лак 1201 или красная эмаль КВД быстро густеют и усыхают на воздухе, поэтому рекомендуется хранить их в специальных бачках с завинчивающейся крышкой (рис. 100).

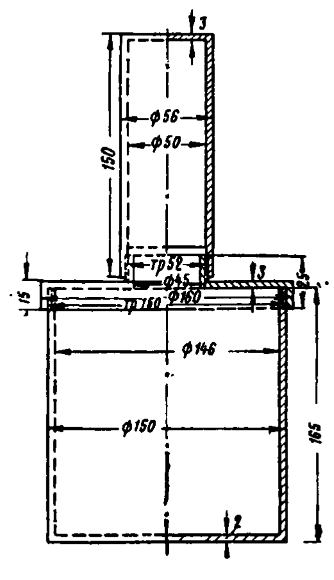


Рис. 100. Бачок для хранения лака 1201 в цехе

4. ПОДБОР И НАСАДКА ВЕНТИЛЯТОРА ТЯГОВОГО ДВИГАТЕЛЯ

В главе V отмечалось, что при разборке тяговых двигателей для пропитки обязательно снимаются вентиляторы, изготовленные из силумина, независимо от их состояния, и стальные вентиляторы с ослаблением посадки или трещинами. После пропитки посадочная поверхность нажимной шайбы под посадку вентилятора тщательно очищается от следов лака и микрометром измеряется ее диаметр. Исходя из полученного размера подбирают вентилятор.

Как показал опыт ремонта тяговых двигателей, снятый до ремонта с данного якоря вентилятор имеет диаметр расточки, не обеспечивающий достаточного натяга при посадке его на тот же якорь. Это наблюдается даже у вентиляторов, снятых с предварительным подогревом. Объяснить это явление можно появлением остаточных деформаций во время эксплуатации. Поэтому в большинстве случаев после пропитки приходится подбирать к якорю другой вентилятор.

Для якорей тяговых двигателей ДК-103 подбирается стальной вентилятор с болтовым креплением (при диаметре меньше 365 *мм*

подбирается и насаживается вентилятор из силумина). При креплении вентилятора на сварке подбирается вентилятор без отверстий для болтов. Для якорей тяговых двигателей ДПИ-150 во всех случаях подбирается силуминовый вентилятор.

При подборе вентиляторов могут встретиться два случая.

1. Из числа бывших в употреблении вентиляторов можно подобрать вентилятор с расточкой меньшей. чем диаметр нажимной шайбы якоря. При этом надо учитывать величину натяга при посадке. Для силуминовых вентиляторов натяг должен быть в пределах 0,16—0,28 *мм*, а для стальных 0,25—0,40 *мм*. Если подобранный вентилятор имеет большой натяг, то его растачивают на токарном станке в четырехкулачковом патроне до требуемого внутреннего диаметра.

2. Если необходима посадка нового вентилятора, то его растачивают по диаметру шайбы с учетом натяга. Затем в отверстия для крепежных болтов ввертывают резьбовые керны, так чтобы они выступали из шайбы на одинаковую высоту. На кольцевой электропечи (см. рис. 36) нагревают вентилятор до 150—180°С и надевают его на шайбу якоря. Размечают отверстия для болтов и одновременно зубилом делают риски на вентиляторе и шайбе. Не допуская остывания вентилятора, снимают его с шайбы и после остывания сверлят отверстия для болтов.

Перед насадкой вентилятор следует проверить на статическую уравновешенность. Для этого его надевают на специальное приспособление, которое устанавливают на параллельные брусья. Если при повороте вентилятора на произвольный угол он останавливается в любом положении, то такой вентилятор статически уравновешен. Если же окажется, что при этом он возвращается в одно и то же положение, значит имеет место статическая неуравновешенность, которая должна быть устранена статической балансировкой. При балансировке определяется устойчивое положение вентилятора. Затем к верхней его точке временно прикрепляется груз такой величины, чтобы вентилятор занимал устойчивое положение при любом угле поворота его на брусьях. После этого вентилятор снимают с приспособления и на фрезерном станке со стороны, противоположной прикрепленному грузу, снимают металл, эквивалентный весу груза; временный груз удаляют.

Насадка вентиляторов производится в следующем порядке. На электрогорне нагревают вентилятор до 120—140°С. Пока он нагревается, подготовляют болты, лепестковые шайбы и ключи, а если вентилятор крепится на сварке, то приготовляют электроды и заземляют якорь. Нагретый вентилятор надевают на шайбу по риске, ввертывают все болты с надетыми на них шайбами и затягивают диаметрально противоположные болты. Такой порядок затяжки болтов устраняет возможность перекоса вентилятора. После остывания отгибают лепестковые шайбы, а те шайбы, отогнуть которые не позволяет балансировочный груз, привариваются электросваркой. Если вентилятор крепится на сварке, то после иасадки он

плотно прижимается к шайбе и в двух-трех местах прихватывается сваркой.

Остывшие вентиляторы привариваются к шайбе электродами марки УОНИ-13/45—13/55. Сварку следует производить поочередно диаметрально противоположными участками длиной 80—100 *мм*. Место сварки должно быть тщательно очищено.

Хорошо насаженный вентилятор должен давать при несильном ударе по нему молотком чистый, без дребезжания звук.

5. БАЛАНСИРОВКА ЯКОРЕЙ

После изготовления или ремонта у якоря электрической машины может появиться статическая или динамическая неуравновешенность, выражающаяся в том, что центры тяжести его отдельных деталей могут не совпадать с геометрической осью якоря. Появляется пара сил с плечом, равным расстоянию от центра тяжести до геометрической оси якоря. Такая неуравновешенность может появиться вследствие наличия раковин в литье той или иной детали, неодинаковой толщины ребер, эксцентричной расточки или обточки, неравномерной пропитки якоря, неравномерного распределения замков проволочных бандажей и т. д.

Возникающая при небалансе пара сил вызывает изгиб вала якоря, дополнительную нагрузку на подшипники вала и сильную вибрацию машины.

Сила, действующая на вал и якорные подшипники при небалансе, может быть определена по следующей формуле:

$$F_{и} = 0{,}56\, G_{н} D_{я} \left(\frac{n}{10\,000}\right)^2 кг,$$

где $G_{н}$ — небаланс якоря в *г*;
$D_{я}$ — диаметр якоря в *см*;
n — число оборотов в минуту.

Например, для случая небаланса 100 *г* для якоря ДК-103 ($D_{я} = 44$ *см*) и скорости вращения 2 100 *об/мин* получается дополнительная сила, действующая на подшипники,

$$F_{н} = 0{,}56 \cdot 100 \cdot 44 \left(\frac{2\,100}{10\,000}\right)^2 = 10{,}9\ кг.$$

Как было отмечено выше, неуравновешенность может быть статической и динамической.

Под статической неуравновешенностью понимается такой случай, когда центр тяжести якоря не совпадает с его геометрической осью (рис. 101, *а*). В этом случае при установке на параллельные брусья якорь будет занимать всегда определенное положение.

При динамической неуравновешенности центр тяжести якоря совпадает с геометрической осью и на параллельных брусьях якорь будет занимать устойчивое положение при повороте его на любой угол, т. е. якорь является статически уравновешенным. Но каждая

из половин якоря является статически неуравновешенной и будет вызывать при работе машины двойной изгиб вала.

На рис. 101, *б* показан случай динамической неуравновешенности. Точки *a* и *b* — центры тяжести частей якоря; P_a и P_b — веса данных частей; *C* — центр тяжести всего якоря.

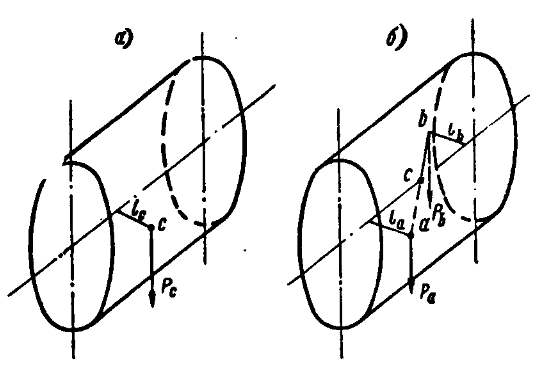


Рис. 101. Различные случаи неуравновешенности якоря:
а — статическая; *б* — динамическая

При вращении статически неуравновешенного якоря получается изгиб вала, как показано на рис. 102, *а*, и динамически неуравновешенного — на рис. 102, *б*. Из сказанного становится ясно, что необходимо проведение статической и динамической балансировки вращающихся частей машин.

Статическая балансировка якорей производится на параллельных брусьях (рис. 103), динамическая — на специальных станках. Наша промышленность выпускает несколько типов таких станков, являющихся сложными и точными агрегатами. Вследствие сравнительно высокой стоимости они применяются в основном на электромашиностроительных заводах. В депо же широко распространены различного рода приспособления, дающие вполне удовлетворительные результаты, правда, при большей затрате рабочего времени.

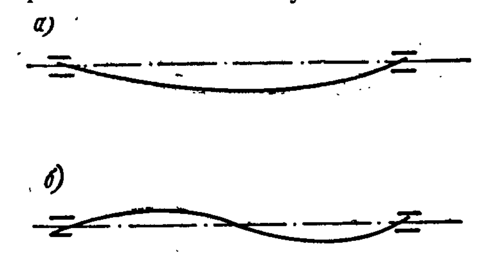


Рис. 102. Изгиб вала при неуравновешенности:
а — статической; *б* — динамической

В последнее время для динамической балансировки все чаще применяется установка с виброскопом конструкции инженера Н. В. Колесника.

Установка представляет собой раму, на которой смонтированы подшипниковые стойки для установки якоря и двигатель для его вращения. Виброскоп состоит из следующих основных частей: выпрямителя, виброметра и неоновой лампы в кожухе. Выпрямитель представляет собой блок трансформатора типа ЭЛС-2 и кенотрона 5ЦЧС, который позволяет питать неоновую лампу от сети переменного тока напряжением 36, 127 и 220 *в*. На рис. 104 показана схема электрической цепи выпрямителя и включения приборов.

Виброметр является основной частью прибора. С его помощью

измеряется вибрация машины, ее частота, величина (амплитуда) и фаза. Действие виброметра основано на использовании эффекта резонансных колебаний упругой металлической пластинки. Схематически его устройство показано на рис. 105, *а* и внешний вид — на рис. 105, *б*. Упругая пластинка *1* в нижней части закреплена не-

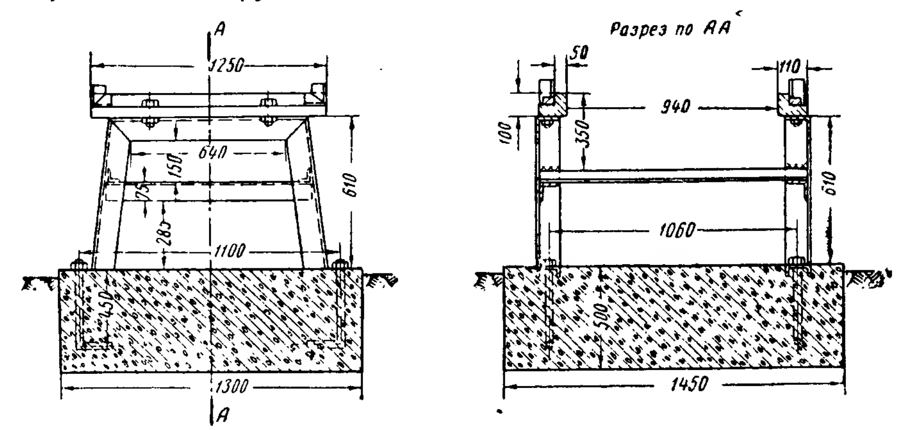


Рис. 103. Брусья для статической балансировки якорей

подвижно, а другая точка закрепления может перемещаться при помощи винта *2* и гайки *3* вверх или вниз; тем самым изменяется длина пластины и частота собственных колебаний ее. Вибратор уста-

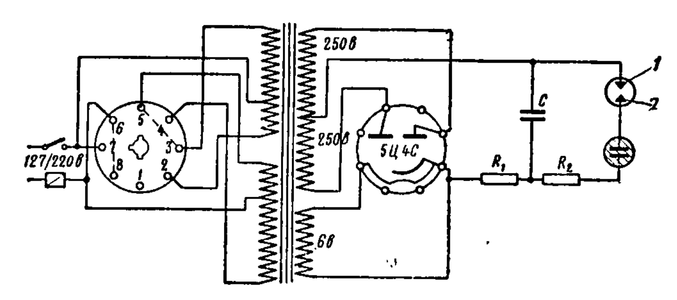


Рис. 104. Принципиальная электрическая схема виброскопа (позиции *1* и *7* см. на рис 105, *а*)

навливается на подшипник балансировочного станка и соединяется с источником питания. Если частота собственных колебаний пластинки совпадает с частотой вибрации якоря, то наступает резонанс, при котором амплитуда свободного конца пластины достигает максимальной величины. Для получения максимальной амплитуды колебаний пластины перемещают гайку *3*; замечая величину веерообразной тени, по шкале *4* находят значение амплитуды, а по шкале *6* и указателю *5* — частоту колебаний. Для определения дей-

ствительных значений амплитуды и частоты пользуются кривыми (рис. 106).

Допустим, амплитуда колебаний по шкале *4* (см. рис. 105) достигает 18 делений и частота при этом равняется 23 делениям по шкале *6*,

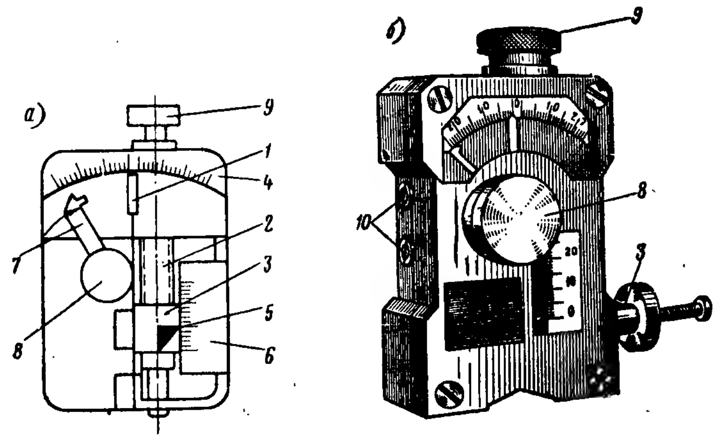


Рис. 105. Виброметр:

а — схематическое устройство; *б* — внешний вид; *1* — упругая вибрирующая пластина; *2* — винт; *3* — гайка; *4* — шкала амплитуд; *5* — указатель; *6* — шкала частот; *7* — подвижный контакт; *8* — маховичок подвижного контакта; *9* — маховичок винта *3*; *10* — контактные гнезда для включения в схему

тогда действительные значения амплитуды и частоты будут: частота 1 900 колебаний в минуту и двойная амплитуда 0,17 *мм*.

Для определения фазы колебаний в корпусе виброметра помещен контактный рычаг *7*, при соприкасании которого с упругой пластиной замыкается цепь неоновой лампы.

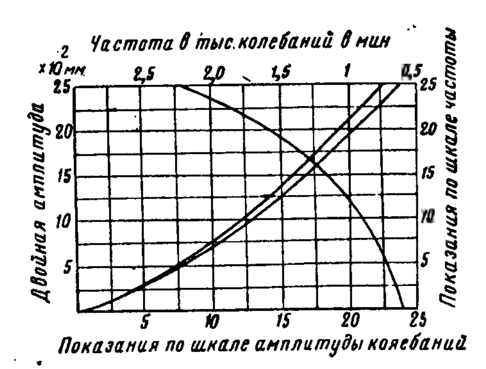


Рис. 106. Масштабные кривые для определеиия частоты и амплитуды колебаний якоря

Управление контактом *7* производится маховичком *8*, а настройка на частоту вибрации — маховичком *9*. Определение фазы колебаний основано на использовании стробоскопического эффекта. Как известно, неоновая лампа практически безынерционна. Поэтому в момент замыкания ее цепи она мгновенно загорается, а затем, при размыкании цепи, мгновенно гаснет. В вибраторе такое включение и выключение лампы производятся с частотой вибрации, и, освещая этим пульсирующим светом вращающуюся деталь, получают эффект

неподвижности детали, при котором можно заметить по какому-либо ориентиру положение ее относительно рамы станка и пр.

Деталь, подлежащую балансировке, устанавливают на станок и приводят во вращение со скоростью примерно 1 000 *об/мин.* К подшипнику станка плотно прижимают вибратор и настраивают на резонанс. Замечают величину двойной амплитуды и частоту колебаний в делениях шкал вибратора. Затем вновь производят настройку вибратора на резонанс (правым вращением маховичка *9*). Маховичком *8* доводят контакт *7* до соприкосновения с пластинкой и ограничивают величину их амплитуды колебаний до половины. Пульсирующим светом неоновой лампы освещают торец якоря машины, на который предварительно был нанесен ориентир (полоса мела), и замечают положение ориентира относительно станка. Этот ориентир будет виден в тот момент, когда неуравновешенная масса *М* (рис. 107) будет занимать вполне определенное положение. Затем устанавливают в каком-либо месте якоря пробную массу M_1 (кусок свинца, мастики и т. п.). Центробежные силы от масс *М* и M_1 суммируются и дадут результирующую центробежную силу C_2, направленную под углом α к вектору *С*. После установки пробной массы M_1 снова производят замеры и отмечают положение ориентира, который переместится по отношению к прежнему положению. Так как вибрация машины пропорциональна неуравновешенной массе, то по величинам вибрации и углу α можно определить место установки и величины балансировочного груза.

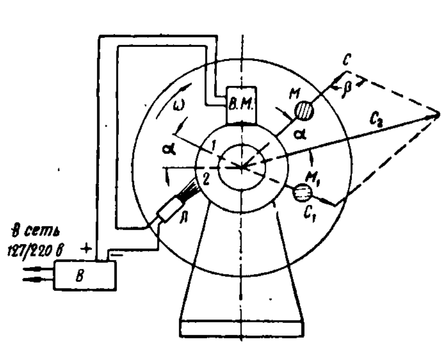


Рис. 107. Определение места положения балансировочного груза:

В — источник питания (выпрямитель); *ВМ* — виброметр; *Л* — неоновая лампа; *М* и M_1 — балансировочные грузы

На рис. 107 показано определение места установки балансировочного груза. Векторы *С* и C_1 представляют собой в некотором масштабе амплитуды колебаний якоря. Вектор C_2 — их геометрическая сумма, а угол β — угол, под которым нужно установить балансировочный груз к радиусу установки пробного груза M_1 в направлении, противоположном перемещению ориентира. Вес балансировочного груза определяется по формуле

$$M_{\text{Б.Г}} = \frac{M_1 C}{C_1}.$$

Если установка позволяет вращать якоря разных машин с одинаковой скоростью (например 1 000 *об/мин*), то процесс баланси-

ровки можно значительно упростить. Для этого производят тарирование станка следующим образом.

Описанным выше способом определяют вес и место установки балансировочного груза. Затем приводят якоря в положение, соответствующее первому пуску (без пробной массы), и отмечают место установки уравновешивающей массы и ее вес на 0,01 *мм* вибрации. На этом тарирование заканчивается. При балансировке какого-либо нового якоря достаточно привести его во вращение с той же скоростью, замерить величину вибрации и отметить положение, соответствующее стробоскопическому эффекту. После остановки якорь приводят в положение стробоскопического эффекта и по сделанной при тарировании отметке определяют вес и место установки балансировочного груза. Эта операция занимает 7—10 *мин.*

Установив балансировочный груз, следует произвести проверку балансировки, и, если результаты окажутся неудовлетворительными, следует произвести повторную балансировку, приняв балансировочный груз за пробную массу.

Применение вибратора позволяет не только производить балансировку якорей, но и судить о качестве балансировки машин после сборки или во время эксплуатации.

6. РЕМОНТ ОСТОВА

После пропитки очищаются посадочные места остова под подшипниковые щиты и моторно-осевые подшипники. Пропиточный лак легко удаляется концами, смоченными бензолом.

Производится заливка головок полюсных болтов компаундом. Заливаются болты трех верхних полюсов и болты, выходящие к моторно-осевой горловине. Компаунд не должен быть слишком хрупким и легкоплавким. Хрупкий компаунд легко откалывается, а легкоплавкий при нагреве остова во время работы вытекает и болты остаются открытыми. Для получения более тугоплавкого компаунда достаточно добавить в него 5—7% канифоли. Затем заливается щель между уплотняющими патрубками выводных концов и остовом, и надеваются новые брезентовые чехлы на выводные концы. У остова они натягиваются на отбуртовку патрубка и обвязываются шпагатом. Поверх шпагата надевается хомут из 1,5-*мм* железа, затягиваемый болтом. У конца выводного кабеля брезент изолируется смоляной лентой.

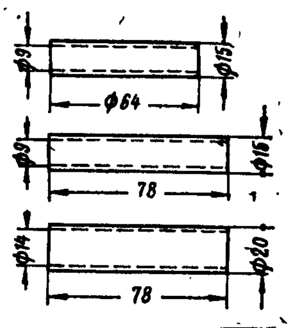


Рис. 108. Размеры изоляционных втулок мотор-генератора ДМГ-1 500/50

Поврежденная резиновая изоляция выводных кабелей восстанавливается натуральной резиной до нормальной толщины и

сверху покрывается изоляционной лентой. Так же ремонтируется изоляция на конце кабеля у наконечника. При этом необходимо следить за тем, чтобы изоляция на конце кабеля не была выше диаметра кабеля, так как в противном случае могут возникнуть затруднения при соединении выводных концов с другими кабелями. Наконечники выправляются и зачищаются. Если в них повреждена резьба, то нарезают новую или заменяют наконечник. Выводные кабели тяговых двигателей после окраски чехлов гнилостойким составом укладывают в клицу на остове. Чехлы в месте укладки в клицу обертываются в один слой резиной толщиной 1,5 *мм*. После затягивания клицы кабели не должны иметь в ней качки.

Особое место занимает вопрос восстановления отсыревшей изоляции выводных шпилек мотор-генераторов. Для ее восстановления наиболее эффективной мерой является полная замена изоляции шпильки, которая изготовляется в виде трубки, свертываемой из микафолия. На рис. 108 показаны размеры втулок для мотор-генератора ДМГ-1500/50.

Далее проверяется крепление межкатушечных соединений к остову. При необходимости производится их перевязка. В местах касания кабелей о корпус на кабели подвязываются резиновые прокладки шириной 30—40 *мм*.

Соответствующими метчиками проверяются все резьбовые отверстия в остове и качество подгонки люковых крышек (при помощи тонкой бумажной полоски). Если бумажную полоску удается вытащить из-под крышки, то подгонка является неудовлетворительной, и требуется замена войлока или клингерита.

Другим способом проверки является проверка щупами. Между крышкой и остовом не должен проходить щуп толщиной 0,1 *мм*.

Привинчиваются защитные сетки и козырьки на вентиляционные отверстия в остове тягового двигателя, внутренняя область коллекторной камеры окрашивается дугостойкой электроэмалью марки СВД, проверяется омическое сопротивление полюсных катушек и испытывается диэлектрическая прочность их изоляции. Остов продувается сжатым воздухом, и на этом подготовка его к сборке заканчивается.

ГЛАВА X

СБОРКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

1. СБОРКА ТЯГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Сборка тягового двигателя начинается с установки кронштейнов щеткодержателей. Они устанавливаются по разметке, сделанной при разборке двигателя перед ремонтом; при этом необходимо следить за надежным креплением кабелей к кронштейну и установкой пружинных шайб, препятствующих отвертыванию крепежных болтов в эксплуатации. После установки кронштейнов приступают к запрессовке подшипников в щиты. Запрессовку удобнее производить на прессе при помощи приспособления, приведенного на рис. 31. Применение приспособления исключает возможность повреждения подшипника. При запрессовке нельзя допускать перекосов подшипника по отношению к посадочной поверхности щита. Для предупреждения перекоса щит необходимо располагать строго по центру штока пресса. Применение пресса для запрессовки подшипников можно заменить нагревом щита до 100—120°C в электрической печи. В подшипниковую камеру нагретого щита сразу же после выемки его из печи вставляется подшипник или наружная обойма.

После запрессовки подшипника рукой проворачивают ролики. Если они вращаются свободно, то перекоса обоймы нет. В противном случае нужно устранить перекос.

Если же тугое вращение роликов вызвано не перекосом, а слишком большим натягом при посадке обоймы подшипника в щит, то подшипник следует выпрессовать, наварить щит по посадочной поверхности и расточить его с требуемым натягом. Необходимость заварки перед расточкой диктуется трудностью установки щита на станке с высокой точностью (биение не может быть более 0,003—0,004 *мм*), а при обточке щита после заварки такой точности не требуется.

Перед заполнением смазкой подшипниковые кольца и ролики покрывают тонким слоем индустриального масла № 45. Подшипниковые камеры щитов и крышек заполняют смазкой УТВ на $^2/_3$ объема.

Учитывая особенности конструктивного выполнения подшипниковых узлов отдельных двигателей, ниже приводится краткий порядок их сборки.

Тяговый двигатель ДПЭ-400 — полностью собирают большой подшипниковый щит с подшипником и крышкой и заполняют смазкой. На вал якоря со стороны коллектора надевают внут-

реннюю крышку подшипника с запрессованным в нее упорным кольцом, напрессовывают внутреннюю обойму с роликами и положение ее фиксируют упорным кольцом. Заполняют смазкой внутреннюю крышку подшипника и сам подшипник. В передний подшипниковый щит запрессовывают наружную обойму.

Тяговые двигатели НБ-406, ДК-103—полностью собирают оба подшипниковых щита и заполняют смазкой, как указано выше. На вал якоря насаживают внутренние кольца, если их снимали. (Дальнейшая сборка указанных двигателей в основном производится в одинаковом порядке, и поэтому ниже будет идти речь о сборке тяговых двигателей вообще.)

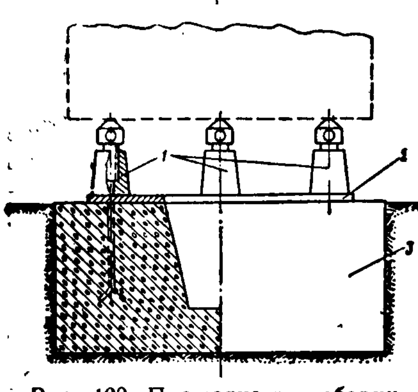


Рис. 109. Площадка для сборки тяговых двигателей:
1—домкраты; 2—металлический круг из листового железа; 3—фундамент площадки

После этого подшипниковый щит со стороны коллектора запрессовывают в остов и закрепляют болтами. Во избежание произвольного отвертывания болтов во время работы они снабжаются лепестковыми или пружинными шайбами. Пружинные шайбы более надежно предохраняют болты от самоотвертывания. Далее устанавливают остов вертикально малым подшипниковым щитом вниз на специальные опоры, высота которых обеспечивает свободный выход конца вала (рис. 109).

На конец вала якоря тягового двигателя для подъема краном навертывают рым. Якорь переносят на подставку (см. рис. 30), затем поднимают его вертикально и опускают в остов двигателя. При опускании якорь слегка проворачивают вокруг оси и следят за тем, чтобы не повредить его поверхности или коллектора. В конце опускания якоря тягового двигателя ДПЭ-400 специальными клещами направляют шпильки внутренней подшипниковой крышки в отверстия подшипниксвого щита. Опустив якорь, ставят на место и запрессовывают большой подшипниковый щит. Бурты подшипниковых щитов (и их крышек) для уплотнения смазывают цинковыми белилами или эмалью СВД.

После запрессовки подшипниковых щитов двигатель устанавливают горизонтально и ставят упорные кольца подшипников. Двигатель от руки проверяют на свободное вращение, при этом может оказаться, что якорь или совсем не вращается, или при вращении застревает. Наиболее вероятной причиной этого является эксцентричность наружной окружности вентилятора у двигателей с самовентиляцией. В этом случае после выемки якоря из остова на вентиляторе будут видны риски от ребер остова. Другой причиной может быть эксцентричная расточка горловины подшипникового

щита или перекос его при запрессовке в остов. В этом случае чаще всего якорь вообще не проворачивается от руки. После устранения неисправности двигатель еще раз проверяют на свободное вращение и измеряют щупами радиальные зазоры в подшипниках, зазоры между якорем и полюсами; индикатором измеряют осевой разбег якоря и биение коллектора.

В табл. 24 приведены значения разбегов, зазоров и биения коллекторов для электрических машин подвижного состава.

Если результаты измерений в пределах нормы, то приступают к дальнейшей сборке. Устанавливают щеткодержатели, которые ставят на место согласно разметке, произведенной при разборке.

У тяговых двигателей щеткодержатели должны отстоять от поверхности коллектора на 3—4 *мм* и от поверхности петушков на 6—8 *мм*. Щетки, установленные в свои гнезда, не должны иметь перекоса по отношению к пластинам коллектора. Имеющийся перекос ликвидируется подкладыванием шайб под тот или иной палец кронштейна щеткодержателя в зависимости от перекоса.

Щеткодержатели всех тяговых двигателей, кроме ДПИ-150, устанавливают в два приема. Сначала устанавливают два щеткодержателя через верхний коллекторный люк, затем двигатель переворачивают нижним коллекторным люком вверх и ставят два нижних щеткодержателя. Устанавливая щетки в щеткодержатели, следят за тем, чтобы зазоры между щетками и стенками щеткодержателей не были выше установленных норм (табл. 25). При чрезмерно свободной, а также плотной посадке щеток двигатель будет искрить (подробнее см. главу I).

После установки в щеткодержатели щетки притирают по окружности коллектора. Для этого на коллектор накладывается стеклянная бумага № 120—150 порошком наружу. Бумага пропускается под щетку и плотно прижимается к коллектору.

Коллектор поворачивают вручную в ту и другую сторону на угол 30—35°. При такой притирке рабочая поверхность щетки получается цилиндрической, плотно прилегающей к окружности коллектора.

По окончании притирки щеток двигатель проверяют на холостом ходу. Для этого соединяют вместе концы *ЯЯ* и *К*, а к концам *Я* и *КК* подводят питание от сети постоянного тока напряжением 110 *в*. Для обеспечения безопасности конец вала тягового двигателя закрывают приставной тумбочкой. При проверке вращения вхолостую проверяется работа подшипников и качество обточки коллектора. Правильно смонтированные подшипники не должны нагреваться за 15—20 *мин* работы выше, чем на 30—35°С.

Качество обточки коллектора проверяют касанием нажимного пальца щеткодержателя сухой деревянной палочкой. При хорошо обточенном коллекторе не должна чувствоваться вибрация щеток.

После 10—15 *мин* работы двигатель останавливают, ставят крышки подшипников и изменяют направление его вращения, для чего нужно поменять местами концы *К* и *КК* или *Я* и *ЯЯ*. Через

Таблица 24

№ по пор.	Наименование размеров	Тип машины	Размер новой детали в *мм*	Допустимый размер в *мм* при выпуске из ремонта: среднего	пропиточного
1	Радиальный зазор в роликоподшипнике после сборки	ДПЭ-340	0,06—0,14	0,06—0,18	0,06—0,21
		ДПЭ-400	0,05—0,14	0,06—0,18	0,06—0,21
		ДК-103 ДПИ-150	0,06—0,13	0,04—0,15	0,04—0,25
		ЭК-12	0,055—0,1	0,04—0,12	0,04—0,16
		ДК-403	0,07—0,12	0,04—0,15	0,04—0,20
		ДК-601	0,03—0,08	0,03—0,15	0,03—0,20
	Шарикоподшипник 315	ДМГ-1 500/50	0,007—0,017	0,007—0,05	0,007—0,1
	Роликоподшипник 32413	ДМГ-1 500/50	0,04—0,08	0,04—0,12	0,04—0,15
2	Осевой разбег якоря: при подшипнике 42426	ДПЭ-340	1—2	1—2	1—2
	при подшипнике 22426	ДПЭ-400	0,15—0,5	0,15—0,5	0,15—0,5
		ДК-103 ДПИ-150	0,15—0,4	0,15—0,47	0,15—0,52
		ЭК-12	0,2—0,57	0,2—0,57	0,2—0,65
	С двумя роликоподшипниками 12308	ДМГ-1500/50	1,2	1,2±0,6	1,2±0,6
		ЭК-15 ДК-406	0,3—0,5	0,3—0,5	0,3—0,5
3	Биение коллектора	ДПЭ-340 ДПЭ-400	0,04	0,07	0,1
		ДК-103 ДПИ-150	—	0,04	0,06
		ДК-403	0,04	0,08	0,1
		ЭК-12 ДК-404 ДК-402	0,04	0,08	0,1
		ДК-601	0,05	0,08	0,1
		ДМГ-1500/50	—	0,06	0,08
		ДК-405	0,06	0,10	0,15
		ДК-406 ЭК-15	—	0,08	0,15
4	Минимальный зазор между якорем и сердечником главного полюса (толщина проходного щупа)	ДПЭ-400 ДПЭ-340	4,9	4,0	4,0
		ДК-103 ДПИ-150	4,0	3,5	3,5
		ЭК-12	2,0	1,0	1,0
		ДК-403	2,5	1,5	1,5
		ДК-402	1,5	1,0	1,0
		ДК-404	2,0	1,0	1,0
	Сторона мотора	ДК-401	1,5	1,0	1,0
	» генератора	ДК-401	2,0	1,0	1,0
		ДК-601	1,5	1,0	1,0
		ДК-405	1,3	1,0	1,0
	» мотора	ДМГ-1500/50	1,6	1,3	1,0
		ЭК-15	1,5	1,0	1,0
		ДК-406	1,3	1,0	1,0
5	Минимальный зазор между якорем и сердечником дополнительного полюса	ДПЭ-340 ДПЭ-400	5,4	4,5	4,5
		ДК-103 ДПИ-150	4,0	3,5	3,5

Продолжение

№ по пор.	Наименование размеров	Тип машины	Размер новой детали в *мм*	Допустимый размер в *мм* при выпуске из ремонта	
				среднего	пропиточного
		ЭК-12	4,0	3,5	3,5
		ДК-403	3,0	2,2	2,2
		ДК-402	4,5	4,0	4,0
		ДК-404	2,5	1,5	1,5
	Сторона мотора	ДК-401	4,0	3,5	3,5
	» генератора	ДК-401	5,0	4,0	4,0
		ДМГ-1500/50	5,0	4,0	4,0

Таблица 25

№ по пор.	Наименование размеров	Тип машины	Размер новой детали в *мм*	Допустимый размер в *мм* при выпуске из ремонта	
				среднего	пропиточного
1	Зазор между щеткой и щеткодержателем по ширине щетки	ДПЭ-340, ДПЭ-400	0,05—0,1	0,05—0,20	0,05—0,25
		ДК-103, ДПИ-150	0,05—0,25	0,05—0,32	0,05—0,35
		ДК-403	0,05—0,22	0,05—0,30	0,05—0,40
		ЭК-12, ДК-402, ДК-404, ДК-401	0,05—0,22	0,05—0,30	0,05—0,40
		ДК-601	0,05—0,2	0,05—0,25	0,05—0,30
	Сторона генератора	ДМГ-1500/50	0,05—0,28	0,05—0,33	0,05—0,33
	» мотора	ДМГ-1500/50	0,05—0,25	0,05—0,30	0,05—0,35
		ДК-405	0,05—0,22	0,05—0,3	0,05—0,40
		ЭК-15, ДК-406	0,05—0,25	0,05—0,4	0,05—0,40
2	Зазор между щеткой и щеткодержателем по длине щетки	ДПЭ-340, ДПЭ-400	0,16—0,8	0,10—0,8	0,10—0,8
		ДК-103, ДПИ-150	0,16—0,8	0,16—0,9	0,16—0,9
		ДК-403	0,05—0,20	0,05—0,45	0,5—0,6
		ДК-402	0,07—0,36	0,07—0,45	0,07—0,60
		ДК-404	0,07—0,36	0,07—0,45	0,07—0,60
		ДК-401	0,10—0,25	0,10—0,45	0,10—0,6
		ДК-601	0,07—0,36	0,4	0,5
	Сторона мотора	ДМГ-1500/50	0,07—0,35	0,07—0,51	0,07—0,55
	» генератора	ДМГ-1500/50	0,08—0,42	0,08—0,55	0,08—0,65
		ДК-405	0,08—0,40	0,08—0,50	0,08—0,60
		ЭК-15, ДК-406	0,07—0,36	0,07—0,60	0,07—0,60

10—15 *мин* работы проверяют нагрев подшипников и ослаблением поля повышают скорость вращения.

У двигателей без секционирования обмотки возбуждения ослабление поля достигается шунтированием обмотки возбуждения проводником сечением 2—2,5 *мм*^{2} и длиной 1,5—2 *м*, а у двигателей

с секционированием обмотки возбуждения — подключением среднего вывода к концу *К* или *КК*. На ослабленном поле двигатель должен проработать по 30 *мин* при вращении в обе стороны.

После испытания на холостом ходу проверяют на ощупь нагрев подшипников, состояние контактной поверхности щеток, подтягивают болты подшипниковых щитов и отгибают лепестки стопорных шайб. Двигатель продувается сухим сжатым воздухом, и на этом сборка заканчивается. Двигатель готов к стендовым испытаниям.

2. СБОРКА МОТОР-ГЕНЕРАТОРА

Сборка мотор-генератора с неразъемной станиной значительно отличается по последовательности операций от сборки мотор-генератора, имеющего разъемную станину.

Сборка мотор-генераторов НБ-429 и ДМГ-1500/50 с неразъемной станиной. Сборка мотор-генератора начинается с монтажа траверс и щеткодержателей на подшипниковых щитах согласно разметке, сделанной при разборке. У НБ-429 монтируют на щит только одну траверсу со стороны мотора, собирают подшипниковые щиты и заполняют смазкой подшипники. Запрессовывают в остов НБ-429 подшипниковый щит со стороны мотора и ставят остов вертикально. Со стороны вентилятора на конец вала якоря навертывают рым и поднимают якорь вертикально. Осторожно проворачивая вокруг оси, якорь опускают в остов. Со стороны генератора ставят траверсу со щеткодержателями и закрепляют стопорами по рискам. Вентилятор, подшипниковое и стопорное кольца нагреваются и насаживаются на вал. Со стороны генератора запрессовывается подшипнiковый щит. Машину ставят в горизонтальное положение. Снимают крышку подшипника со стороны коллектора, устанавливают упорное кольцо подшипника и стопорную шайбу. Крепежные болты стопорной шайбы предохраняются против самоотвертывания треугольной лепестковой шайбой. Крышка заполняется на $^{2}/_{3}$ объема смазкой и ставится на место.

Проверяют зазоры между сердечниками полюсов и якорем, радиальные зазоры в подшипниках, осевой разбег якоря. Индикатором проверяется биение коллектора. Двигатель мотор-генератора подключают к сети 110 *в* постоянного тока для проверки узлов на холостом ходу. После часа работы проверяют нагрев подшипников и генератор останавливают.

При сборке ДМГ-1500/50 предварительно необходимо проверить совпадение расстояния между посадочными поверхностями подшипниковых щитов и длины остова. Для этого подшипниковые щиты монтируют на валу якоря. При монтаже щитов должны быть поставлены на свои места все дистанционные шайбы, снятые при разборке. В противном случае после окончания сборки неминуемо заклинивание якоря, так как генераторы за время эксплуатации неоднократно подвергались расточкам. Если расстояние между подшипниковыми щитами отличается от длины остова, то постановкой соответствую-

щих шайб добиваются получения требуемого размера. Для удобства необходимо иметь в цехе запас шайб толщиной 0,5—1,5 *мм*. Для облегчения регулировки разбега рекомендуется со стороны вентилятора ставить роликоподшипник, а с противоположной стороны — шарикоподшипник, фиксирующий положение якоря.

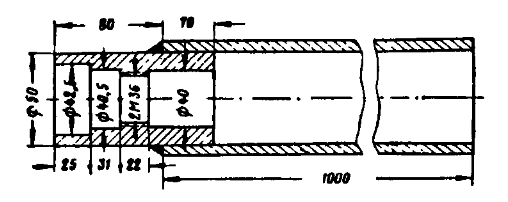


Рис. 110. Приспособление для сборки мотор-генератора ДМГ-1 500/50

Проверяют расстояния между щетками и регулируют зазоры. Зазоры между щеткодержателями и коллекторами должны быть около 2—3 *мм*, а между щеткодержателями и петушками коллекторных пластин 4—6 *мм*. Затем притирают щетки. Снимают подшипниковый щит со стороны двигателя и на место гайки навертывают трубу (рис. 110) для ввода якоря в остов. Остов генератора ставят горизонтально на специальную подставку. Ось остова при этом должна быть направлена вдоль кранового поля. Краном поднимают якорь и вводят стороной двигателя в остов. Стропы при этом подводят под якорь генератора несимметрично, а чтобы якорь одной стороной не перевешивал, его поддерживают за трубу. При вводе якоря в остов нужно следить за тем, чтобы полюсными баш-

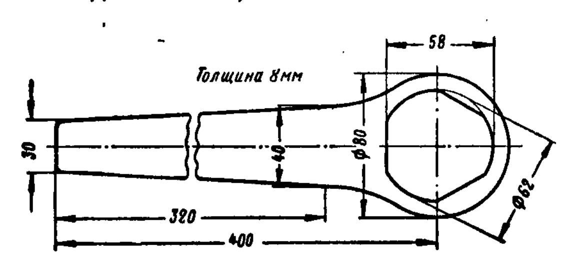


Рис. 111. Ключ для отвертывания стопорных гаек генератора ДМГ-1 500/50

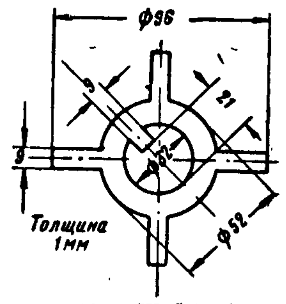


Рис. 112. Шайба фигурная для крепления гайки вентилятора ДМГ-1 500/50

маками не повредить поверхность якоря, для чего в остов заранее закладывают прессшпановые прокладки. Якорь наполовину вводят в остов и опускают на полюс. Стропы переносят на конец вала за подшипниковый щит и, приподнимая якорь за трубу, полностью вводят его в остов. Снимают трубу и ставят подшипниковый щит.

После установки щитов и их закрепления затягивают стопорные гайки подшипников специальным ключом (рис. 111). Против отвертывания гайки предохраняются шайбами. Крышки подшипников заполняют на $^2/_3$ объема смазкой и ставят на место. Окончательно притерев щетки, включают генератор на холостой ход, что произво-

дится подключением заземляющего зажима и свободного щеткодержателя со стороны двигателя к сети напряжением 110*в*. Для получения большей скорости вращения проверку на холостом ходу производят при снятом вентиляторе. Во время проверки вращения генератора на холостом ходу проверяется работа подшипников.

После часовой работы на холостом ходу машину останавливают, насаживают вентилятор, затягивают его крепящей гайкой, которая стопорится специальной шайбой (рис. 112). Устанавливают кожух вентилятора. После этого снова на 15—20 *мин* генератор включают на холостой ход; при этом проверяют работу машины в целом и отсутствие задевания вентилятора за кожух.

Следует остановиться особо на марках щеток, применяемых на мотор-генераторах ДМГ-1500/50. Со стороны генератора применяются щетки с шунтом марки ЭГ-2А размером 55 × 12,5 × 32 *мм*. Со стороны мотора согласно паспорту генератора должны стоять щетки с шунтом марки Т-2 размером 55 × 10 × 25 *мм*. Но, как показал опыт эксплуатации щеток марки Т-2, их применение приводит к повышенному износу коллектора и к необходимости производить обточку коллектора между двумя плановыми ремонтами. Поэтому МПС дано указание о замене щеток марки Т-2 щетками марки ЭГ-2А. Коммутация при этих щетках не ухудшается, а износ коллектора резко снижается.

Сборка мотор-генератора ДК-401. Операции по сборке мотор-генератора ДК-401 аналогичны описанным выше. Различие состоит в последовательности проведения операций. Исходя из этого ниже приводится только последовательность операций при сборке: сборка подшипниковых щитов с подшипниками; монтаж подшипниковых и упорных колец на валу якоря, если они снимались; монтаж траверсы на щите; монтаж щитов на валу якоря; установка щеткодержателей и притирка щеток; монтаж якоря в нижней половине остова и закрепление щитов болтами; проверка вращения якоря, осевого разбега, радиальных зазоров подшипников и биения коллекторов по индикатору; монтаж верхней половины остова и соединение обеих половин болтами; замер зазоров между якорем и сердечниками полюсов; соединение всех перемычек и выводов.

Заключительными операциями сборки являются подгонка шпонки, установка муфты ограничителя скорости, продувка воздухом под давлением 1,5—2 *атм* и закрытие всех люков и крышек. После этого машины готовы к испытаниям.

3. СБОРКА ДЕЛИТЕЛЯ НАПРЯЖЕНИЯ И ГЕНЕРАТОРА ТОКА УПРАВЛЕНИЯ

Делитель напряжения ДК-601 собирается в одном агрегате с генератором управления ДК-405.

Сборка двухмашинного агрегата-делителя напряжения и генератора тока управления производится в два этапа: сначала собирается делитель напряжения, а затем — генератор тока управления.

Сборка делителя напряжения. У ДК-601 собирают подшипниковый щит со стороны вентилятора. В этот щит запрессовывают роликовый подшипник. На оба щита монтируют траверсы щеткодержателей и щеткодержатели. Со стороны, противоположной генератору, запрессовывают в остов подшипниковые щиты и закрепляют их болтами.

Остов ставят вертикально на деревянные бруски размером 150 × 100×500 *мм* подшипниковым щитом вниз. В масляной ванне нагревают шарикоподшипник до 70°С.

На вал якоря со стороны генератора надевают крышку подшипника, заполненную на ²/₃ объема смазкой 1-13, и насаживают шарикоподшипник. Пространство между шариками полностью заполняется смазкой 1-13. На вал якоря навинчивают рым, якорь поднимают в вертикальное положение и опускают в остов. При этом его следует проворачивать, чтобы вовремя обнаружить перекос относительно расточки полюсов.

При подъеме якоря из горизонтального положения в вертикальное следует особенно тщательно следить за тем, чтобы не продавить изоляцию лобовых частей обмотки или пластины коллектора. Специально приспособленным стропом поднимают подшипниковый щит и ставят его на место. Ввертывают крепежные болты и ими запрессовывают подшипниковый щит.

После запрессовки подшипникового щита со стороны генератора ставят крышку подшипника и делитель напряжения перевертывают в горизонтальное положение. Нагревают в масле и насаживают упорную втулку, в которую впоследствии упирается втулка якоря генератора управления.

Следующая операция — измерение радиальных зазоров подшипников и осевого разбега якоря, зазоров между якорем и полюсами, а также биения коллекторов. В гнезда щеткодержателей вставляют щетки и притирают по окружности коллектора. Делитель напряжения включают на холостой ход от сети напряжением 110 *в* постоянного тока.

По 10—15 *мин* поочередно делитель работает на одном коллекторе, затем включают оба коллектора параллельно. Проверку на холостом ходу для получения большей скорости вращения вначале производят при снятом вентиляторе. При этом проверяется работа подшипников, качество притирки щеток и отсутствие задевания вращающихся частей за корпус. По истечении часа работы на холостом ходу отключают питание и насаживают вентилятор. Запрессовку вентилятора производят крепящей его гайкой, которую затягивают ключом.

От произвольного отвертывания гайка предохраняется шайбой (рис. 113). После насадки вентилятора делитель напряжения еще раз включают на холостой ход на 10—15 *мин* для проверки работы подшипников при насаженном вентиляторе.

Сборка генератора тока управления. Сборка генератора тока управления начинается с насадки якоря генера-

тора на выступающий конец вала делителя напряжения (мотора-вентилятора) при помощи приспособления, показанного на рис. 114.

На резьбу вала двигателя навертывают винт *1* с прямоугольной резьбой с шагом 6 *мм*. Во внутреннюю резьбу втулки якоря ввертывают втулку *2* приспособления. В шпоночную канавку вала вставляют шпонку. Якорь надевают на винт приспособления и он остается висеть на стропах. На винт навертывают гайку *4* с упорным подшипником *3*. Этим производят запрессовку якоря на вал делителя напряжения. Для того чтобы вал не вращался, заклинивают вентилятор. Насадка якоря фиксируется корончатой гайкой с пружинной шайбой. Гайку завертывают специальным ключом.

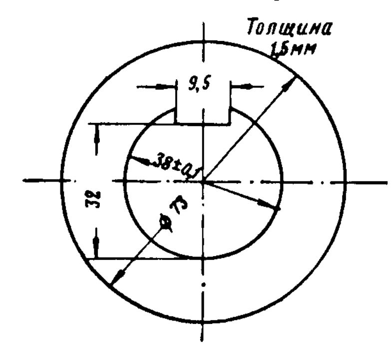


Рис. 113. Крепежная шайба вентилятора делителя напряжения ДК-601

После насадки якоря генератора его провертывают от руки, проверяя при этом отсутствие задевания задними лобовыми частями за болты или за смазочную трубку подшипника делителя напряжения.

Следующей операцией является обточка коллектора якоря генератора. Для этого агрегат устанавливают на станину токарного станка, суппорт которого предварительно отводится до отказа вправо. Выверяют параллельность осей машины и станка, и для того чтобы внутрь машины не попали стружки, закрывают крышки коллектор-

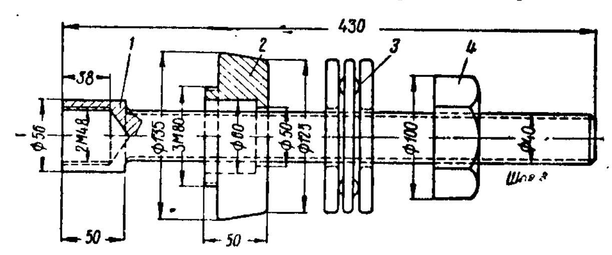


Рис. 114. Приспособление для напрессовки якоря генератора тока управления:

1—винт; *2*—упорная втулка; *3*—упорный подшипник № 8209; *4*—гайка

ных люков. Двигатель вспомогательной машины включают на сеть 110 *в*. Резцом, укрепленным в суппорте станка, обтачивают коллектор генератора. Эта обточка полностью устраняет возможность появления биения, которое при других способах неизбежно и достигает значительной величины.

Продорожку коллектора производят вручную, так как она для якоря генератора нетрудоемка. По окончании продорожки шлифуют коллектор генератора при работающем моторе.

После шлифовки продувают машину сухим сжатым воздухом при давлении 1,5—2 *атм* и привинчивают ярмо генератора управления. Измеряют щупами зазоры между полюсными башмаками и сердечником якоря генератора. Они должны быть в пределах, указанных в табл. 24.

Затем устанавливают на место по риске траверсу щеткодержателей генератора управления ДК-405, а у ДУ-3 кронштейны щеткодержателей крепятся непосредственно к остову. Соединяют перемычки, вставляют и притирают щетки по окружности коллектора. У ДК-601 привинчивается кожух вентилятора. Устанавливаются крышки коллекторных люков.

4. СБОРКА ДВИГАТЕЛЕЙ КОМПРЕССОРОВ И ВЕНТИЛЯТОРОВ

Двигатели компрессоров и вентиляторов электроподвижного состава по конструктивному выполнению подшипниковых узлов могут быть разделены на три группы.

1. Двигатели, не имеющие собственных подшипниковых щитов. Вал якоря вращается в подшипниках, запрессованных в корпус компрессора. Остов двигателя не имеет лап и крепится к корпусу компрессора. К числу таких двигателей относятся двигатели типа ДК-406 и ЭК-15/1500.

2. Двигатели, имеющие только один подшипниковый щит со стороны коллектора. Второй подшипник запрессован в корпус компрессора. Такими двигателями являются ДК-404, НБ-404 и ДК-402.

Они имеют собственные лапы для крепления и могут быть собраны полностью, но работать даже на холостом ходу без монтажа с корпусом компрессора (или без специального монтажного щита) не могут.

3. Двигатели с двумя подшипниковыми щитами и лапами для крепления. К числу таких двигателей относятся ЭК-12, НБ-431, НБ-430 и ДК-403. Технология сборки отдельных узлов указанных выше групп машин такая же, как и мотор-генераторов, и поэтому не требует особых пояснений. Однако ввиду различного конструктивного выполнения этих машин порядок сборки их имеет свои особенности.

П о р я д о к с б о р к и д в и г а т е л е й п е р в о й г р у п п ы. Запрессовать якорные подшипники в корпус компрессора.

Поднять краном якорь, вставить вал в подшипники компрессора и напрессовать малую шестерню компрессора, закрепив ее гайкой.

Поставить на место и закрепить болтами остов двигателя.

Установить или щеткодержатели (ЭК-15), или траверсу с щеткодержателями (ДК-406), вставить и притереть щетки.

Замерить зазоры между полюсами и сердечниками якоря, разбег якоря и биение коллектора.

Продуть машину и закрыть крышки [1].

П о р я д о к с б о р к и д в и г а т е л е й в т о р о й г р у п-

---

[1] При установке якоря необходимо следить за тем, чтобы изоляция задней лобовой части якоря не терлась о корпус компрессора.

пы. Полностью собрать подшипниковый щит, заправить смазку, установить траверсу щеткодержателя.

Поставить подшипниковый щит в остов.

Установить остов вертикально щитом вниз.

Вставить якорь.

Поставить крышку со стороны компрессора.

Поставить двигатель на лапы.

Открыть крышку подшипника и поставить упорное кольцо подшипника.

После окончательной сборки двигателя с компрессором произвести замер зазоров между сердечником якоря и полюсами, зазоры в подшипнике, разбег якоря и биение коллектора.

Продуть машину и закрыть крышки.

Порядок сборки двигателей третьей группы. Полностью собрать подшипниковые щиты, заправить смазку, установить траверсу щеткодержателя.

Запрессовать подшипниковый щит со стороны коллектора и установить остов вертикально щитом вниз.

Вставить якорь и запрессовать подшипниковый щит со стороны, противоположной коллектору.

Поставить двигатель на лапы.

Открыть крышку подшипника со стороны коллектора и установить упорное кольцо подшипника.

Притереть щетки, замерить зазоры между сердечником якоря и полюсами, зазоры в подшипниках, разбег якоря и биение коллектора.

Проверить работу двигателя на холостом ходу.

Продуть машину и закрыть крышку.

Примечание. При сборке двигателя вентилятора сборка генератора управления производится в порядке, указанном выше.

ГЛАВА XI

РЕМОНТ КОМПРЕССОРОВ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Компрессор, составляющий единый агрегат с электродвигателем, приводящим его во вращение, является одной из вспомогательных машин электрического подвижного состава. Поэтому, когда речь идет о ремонте вспомогательных машин, то при этом имеют в виду и ремонт компрессоров.

Межремонтные пробеги и сроки выполнения ремонта компрессоров приняты такими же, как и для электрических машин. Вследствие этого ремонт компрессоров в практике обычно рассматривают совместно с ремонтом электрических машин.

В процессе эксплуатации компрессоры проходят периодический, средний и капитальный ремонт. Периодический ремонт компрессоров совпадает по срокам с пропиточным ремонтом электрических машин.

При каждом из периодических ремонтов производится полная разборка компрессора, очистка его деталей от грязи и смазки и дефектировка их. Исходя из того, что разборка компрессора не представляет собой каких-либо трудностей и не требует особых пояснений, ниже описаны непосредственно дефектировка и ремонт отдельных узлов.

2. ДЕФЕКТИРОВКА И РЕМОНТ ЦИЛИНДРОВЫХ ВТУЛОК

При дефектировке цилиндровых втулок могут быть обнаружены следующие неисправности: трещина стенки, царапины и забоины на рабочих поверхностях, эллиптичность цилиндра, разработка цилиндра выше допустимых размеров, ослабление посадки втулки. При наличии указанных дефектов втулка выпрессовывается при помощи приспособления, показанного на рис. 115.

Царапины, забоины и эллиптичность внутренней поверхности втулки выводятся шлифовкой на станке. Втулка цилиндра помещается в самоцентрирующее приспособление (рис. 116), которое навертывается на шпиндель токарного станка. Шлифовка производится при помощи специальных брусочков размером 13 × 13 × × 100 *мм* из электрокорунда с зернистостью 60 и твердостью СМ-1 или СМ-2. Брусочки зажимаются в специальных оправках,

которые крепятся в суппорте станка. Все размеры втулки цилиндра после обработки должны строго соответствовать нормам допусков и износов, утвержденным МПС. По окончании обработки втулки ее запрессовывают в цилиндр при помощи приспособления, показанного на рис. 117.

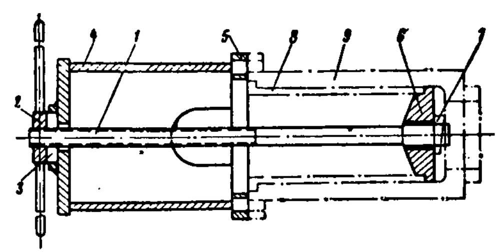


Рис. 115. Приспособление для выпрессовки втулки цилиндра компрессора:

1 — винт; 2 — гайка с рычагами; 3 — упорный подшипник; 4 — упорный цилиндр; 5 — фланец опорного цилиндра; 6 — диск; 7 — чека; 8 — втулка цилиндра; 9 — цилиндр

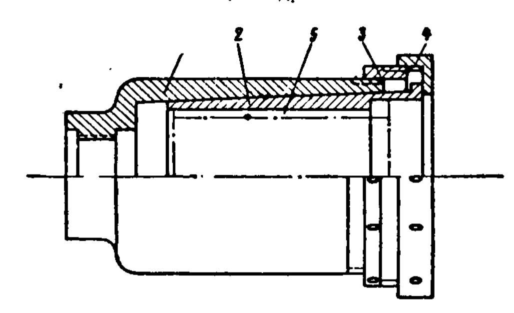


Рис. 116. Приспособление для шлифовки втулок цилиндра по внутреннему диаметру:

1 — корпус; 2 — конусная разрезная втулка; 3 — кольцо для выпрессовки разрезной втулки; 4 — крышка; 5 — обрабатываемая втулка цилиндра

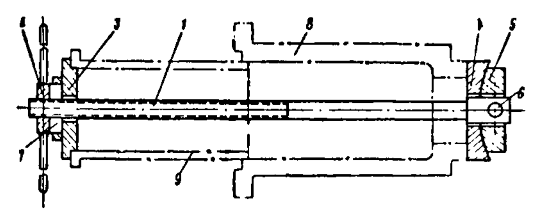


Рис. 117. Приспособление для запрессовки втулок цилиндра:

1 — винт; 2 — гайка с рычагами; 3 — упорная шайба; 4 — шайба подпятника; 5 — подпятник; 6 — валик подпятника; 7 — упорный шарикоподшипник; 8 — цилиндр; 9 — втулка цилиндра

3. РЕМОНТ ПОРШНЕЙ

Наиболее часто встречающимися неисправностями поршней являются: задиры на наружной поверхности поршня, особенно на передней части; трещины и риски на днище поршня и стенках ручьев под поршневые кольца и разработка отверстий под поршневые пальцы. При обнаружении трещин любого размера и при износе по наружному диаметру выше допустимого поршень бракуется.

Изношенные ручьи под поршневые кольца растачиваются под ремонтные размеры. При обработке ручьев необходимо строго соблюдать параллельность их торцовых поверхностей, отклонение которых можно допускать не более 0,03 *мм* на длине 30 *мм* относительно торцовой поверхности юбки поршня. Резец, которым протачивают ручьи, должен иметь напаянную пластинку из твердого сплава, обработанную по профилю ручья. Режущие кромки пластины не должны иметь рисок, для чего они шлифуются на чугунной плите с пастой из карбида бора. Для получения большей точности обра-

ботки рекомендуется пользоваться приспособлением, показанным на рис. 118. Центровка поршня производится при помощи конусной втулки *3*, вставляемой во внутренний конус шпинделя станка. Поршень соединяется при помощи пальца *2* с болтом *1*, проходящим через внутреннее отверстие шпинделя. На конец болта *1* навертывается гайка *4*, которая упирается в упорную шайбу *5*. Таким образом поршень надежно закрепляется на шпинделе токарного станка.

При износе отверстий под поршневые пальцы они обрабатываются разверткой под следующий ремонтный размер.

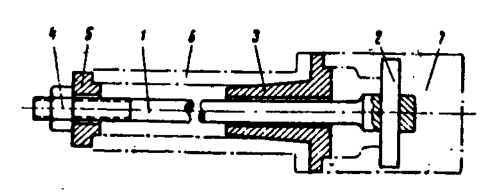


Рис. 118. Приспособление для проточки ручьев поршня:

1 — болт; *2* — палец; *3* — конусная втулка; *4* — гайка; *5* — упорная шайба; *6* — шпиндель станка; *7* — поршень

4. РЕМОНТ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПОРШНЕВЫХ ПАЛЬЦЕВ

Поршневые пальцы с размерами, соответствующими нормам, но имеющие слабую посадку, подвергаются хромированию с последующей шлифовкой. Для погружения в ванну палец надевается на приспособление, показанное на рис. 119. Толщина слоя хрома после окончательной обработки и шлифовки не должна превышать 0,15 *мм*. Пальцы с износом выше нормы заменяются. При изготовлении пальцев в депо в качестве материала используется хромоникелевая сталь марки 12ХН3А с последующей цементацией для повышения износоустойчивости.

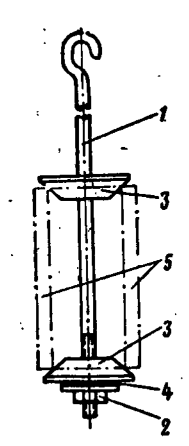


Рис. 119. Подвеска для поршневых пальцев при хромировании:

1 — крючок; *2* — гайка; *3* — упоры; *4* — изоляция (перхлорвиниловый пластикат); *5* — палец

5. РЕМОНТ ШАТУНОВ

При ремонте компрессоров встречаются следующие неисправности шатунов: изгиб или скручивание шатуна, разработка отверстия втулки под поршневой палец, ослабление посадки втулки, повреждение резьбы болтов, износ шарниров, трещины.

Изгиб и скручивание шатунов встречаются редко и устраняются правкой в нагретом состоянии. Для этого шатун зажимают в тисках за нижнюю головку и правят путем поворота за верхнюю головку в соответствующую сторону.

При овальности отверстий головок шатуна более 0,025 *мм* производится шлифовка их на токарном станке. Шатун зажимается в четырехкулачковом патроне и тщательно выверяется. Шлифовка

производится электрокорундовым бруском, закрепленным в суппорте станка.

Изношенные бронзовые втулки заменяют новыми, которые запрессовываются с натягом 0,038—0,01 *мм*. Запрессовка производится при помощи приспособления, приведенного на рис. 120.

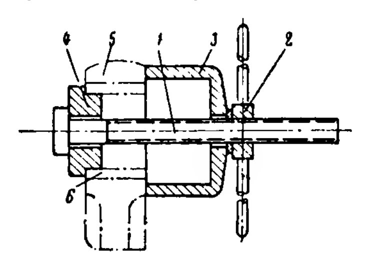


Рис. 120. Приспособление для выпрессовки и запрессовки втулок шатунов компрессоров:
1 — болт; *2* — гайки с рычагами; *3* и *4* — упорные шайбы; *5* — шатун; *6* — втулка

Баббитовая заливка большой головки шатуна заменяется, если износ ее превышает норму. Если же остается старая заливка, то натяг подшипника регулируется применением прокладок в замке шатуна толщиной 0,2 *мм* каждая. Практически толщина прокладок составляет 2—4 *мм*.

Шарнирно-откидные болты со срывом резьбы заменяются новыми, изготовленными из стали марки 40 или 45. Они не должны иметь качки в шарнире. Все шатуны и шатунные болты проверяются дефектоскопом на трещины. При обнаружении трещин шатуны и болты бракуются.

6. РЕМОНТ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ И БОЛЬШОЙ ШЕСТЕРНИ

Коленчатый вал и большая шестерня являются наиболее ответственными и нагруженными деталями компрессора, ремонт которых требует особого внимания. При ремонте их встречаются следующие основные неисправности: непараллельность щек коленчатого вала по отношению к диску, задиры шеек, трещины по сварке в местах посадки коленчатого вала в диск шестерни, износ зубьев, биение по кругу зацепления, ослабление посадки венца шестерни, задиры и изломы зубьев шестерни.

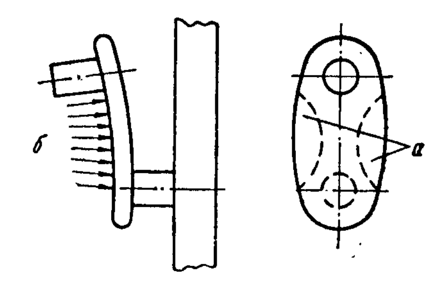


Рис. 121. Устранение непараллельности щек коленчатого вала компрессора:
а — места наклепа; *б* — направление ударов

Непараллельность щек восстанавливается наклепом. Для этого пневматическим молотком наносят удары по вогнутой стороне щеки, как показано на рис. 121. После правки биение щек не должно быть больше 0,05 *мм*.

Риски на шейках вала выводятся шлифовкой на токарном станке при помощи деревянной колодки, обхватывающей всю поверхность шейки. Внутренняя поверхность колодки покрывается слоем фетра. Вначале шейки шлифуют мелкой наждачной бумагой № 120—180, смоченной маслом; окончательно полируют хромовой пастой.

Трещины в месте посадки коленчатого вала в диск большой шестерни заваривают. Перед заваркой старый сварной шов удаляют на токарном станке. Сварка производится электродами УОНИ-13/55. При этом диск не должен нагреваться выше 80°С, так как в противном случае возникают местные напряжения, которые могут вызвать появление новых трещин. После остывания производится обточка галтелей по чертежным размерам.

Малые шестерни и венцы больших шестерен, имеющие износ зуба выше нормы или выкрашивание и излом их, подлежат замене. Перед напрессовкой венцы нагреваются в масляной ванне до 100°С. После напрессовки ставятся заклепки. Для устранения перекоса полувенцов устанавливают поочередно диаметрально противоположные заклепки. В случае ослабления заклепок необходимо их заменить. Подтачивать заклепки не разрешается. Болты, соединяющие венец шестерни с диском, и заклепки должны входить в отверстия плотно, без слабины. При слабой посадке их необходимо заменить.

Коленчатый вал и шестерня подвергаются магнитному контролю. При наличии трещин и поперечных рисок на шейках валы бракуются.

7. РЕМОНТ ПОДШИПНИКОВ

Ремонт коренных и якорных подшипников аналогичен ремонту подшипников скольжения электрических машин. Однако следует несколько остановиться на шабровке вкладышей и разделке смазочной канавки коренных подшипников. При расточке в центрирующем приспособлении оставляется допуск на шабровку в пределах 0,05—0,1 *мм*. Вкладыш шабрят для плотного прилегания его к шейке вала. Площадь прилегания должна быть не менее 75% поверхности вкладыша. При шабровке особое внимание уделяется форме смазочной канавки. Глубина ее должна быть 1—1,5 *мм*, а радиус закругления—8—10 *мм*. Сход канавки должен быть в сторону вращения вала для улучшения забора масла цапфой коленчатого вала.

8. РЕМОНТ КЛАПАННОЙ КОРОБКИ И КЛАПАНОВ

Наиболее часто встречаются следующие неисправности клапанной коробки и клапанов: излом клапанов по линии отверстий, выработка гнезд, износ клапанов выше нормы, трещины клапанной коробки.

Рис. 122. Приспособление для притирки клапанов компрессора:

1—корпус, имеющий продольные разрезы; *2*—болт с конусом; *3*—гайка; *4* — контргайка; *5* — деревянная рукоятка; *6*—клапан

Неравномерный износ и подгар поверхности гнезда под клапан устраняется шарошкой. Клапаны притираются по своему гнезду при помощи приспособления, изображенного на рис. 122, с использованием хромовой пасты. Клапанные коробки с трещинами заменяются новыми.

При установке клапана в коробке регулируется его подъем. Подъем определяется как разность следующих двух размеров:

а) расстояния от дна клапана до упорной поверхности коробки для клапанной пробки;

б) расстояния от упорной поверхности пробки до ее бурта.

Величина подъема клапана регулируется за счет наплавки или подреза бурта упорной пробки.

9. РЕМОНТ КОРПУСА

Основной неисправностью корпуса являются трещины. Нормами разрешается заваривать трещины длиной не более 200 *мм*. Запрещается ремонт корпусов с трещинами в цилиндрах, а у компрессоров электросекций — с трещинами в лапах и кронштейнах для подвешивания. Трещины в корпусе завариваются теми же электродами, что и при заварке трещин остовов тяговых двигателей.

Резьба восстанавливается обычным порядком.

После ремонта внутреннюю полость корпуса окрашивают маслостойкой эмалью.

10. ОСОБЕННОСТИ РЕМОНТА КОМПРЕССОРОВ 1КТ И КТ6

Компрессоры 1КТ и КТ6, установленные на восьмиосном электровозе Н8, по конструкции значительно сложнее компрессоров, используемых на остальном электроподвижном составе. Основными особенностями их являются наличие радиаторов для охлаждения сжатого воздуха, масляного насоса для улучшения смазки, применение пластинчатых клапанов и др.

При ремонте холодильник разбирают, трубки радиатора промывают горячим 10%-ным раствором каустической соды, после чего их промывают чистой водой и продувают сжатым воздухом до высыхания. Секции холодильника проверяют на плотность водой при давлении 6 *атм*. При наличии в радиаторе пропуска его устраняют вальцовкой. При текущем ремонте в каждой секции холодильника разрешается залуживать до пяти трубок.

Детали масляного насоса промывают, осматривают и обмеряют. Конусность и овальность плунжера и корпуса насоса устраняют чугунным притиром с пастой. Качество притирки проверяют следующим образом: плунжер рукой вынимают на $^1/_3$ своей высоты и отпускают; при хорошей притирке он должен медленно сесть на свое место.

Прилегание хомута плунжера к эксцентриковой части коленчатого вала должно быть не менее 70%, в противном случае необ-

ходимо его пришабрить. Зазор между эксцентриком и хомутом после притирки должен быть примерно 0,03—0,04 *мм*. При текущем ремонте допускается увеличение зазора до 0,1 *мм*. При бо́льших зазорах на цапфы напрессовывают втулки, а у корпуса делают соответствующую расточку. При текущем ремонте давление масляного насоса должно быть не менее 0,5 *атм*.

11. СБОРКА КОМПРЕССОРОВ

При сборке компрессоров нужно иметь в виду следующее. Поршень следует устанавливать в цилиндре так, чтобы отверстия в нем для стока масла были обращены к верхней поверхности цилиндра при рабочем положении компрессора, а вредное пространство должно быть выдержано в пределах норм (0,7—1,2 *мм*).

Направление вращения двигателя компрессора должно быть таким, чтобы зуб малой шестерни входил клином в паз большего колеса.

Сочленение двигателя с компрессором производится при помощи кулачковых муфт, центровка проверяется по индикатору. После сборки проверяют работу компрессора на холостом ходу (выхлоп в атмосферу) в течение 30 *мин*. При этом периодически открывают крышку компрессора и проверяют нагрев подшипников.

При работе на холостом ходу не должно быть чрезмерного нагрева деталей, ударов или заеданий и ненормального шума. После устранения замеченных недостатков компрессор передают на испытательную станцию для испытания.

При стендовых испытаниях нагрев цилиндров не должен превышать 100°C, нагрев клапанной коробки — 160—180°C. Перегрев подшипников по сравнению с температурой окружающей среды не должен быть выше 55°C.

ГЛАВА XII

ИСПЫТАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Все тяговые электрические машины, изготовленные на заводах или подвергавшиеся ремонту, должны удовлетворять определенным требованиям. Эти требования выработаны на основании обобщения опыта многолетней эксплуатации электрического подвижного состава и изложены в ГОСТ 2582—50 и Правилах ремонта тяговых двигателей и вспомогательных машин электрического подвижного состава, утвержденных МПС.

Не перечисляя подробно всех требований и норм на тяговые электрические машины, отметим наиболее важные из них.

Требования механической прочности отдельных деталей и узлов тяговых электрических машин обусловлены безопасностью движения поездов.

Требования электрической прочности изоляции обмоток по отношению к корпусу и между отдельными витками, а также требования коммутационной надежности продиктованы условиями безаварийной работы электрического подвижного состава на линии при различных климатических и температурных условиях и различных нагрузках.

Требования в отношении нагрева электрических машин указывают те допустимые температуры различных частей их, в частности внутренних слоев изоляции обмоток, которые определены из условий срока службы изоляции.

Для установления соответствия выпускаемых из ремонта машин нормам ГОСТа они после ремонта подвергаются контрольным испытаниям на стенде. Кроме того, при ремонте производятся испытания отдельных узлов машины. Для проведения этих испытаний в депо оборудуется испытательная станция.

2. НОМИНАЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

Мощность электрических машин определяется допустимыми перегревами для данного класса изоляции и удовлетворительной коммутацией во всех режимах работы.

При нормальных условиях эксплуатации перегрев отдельных частей машины над принятой температурой окружающей среды

не должен превышать значений, указанных в ГОСТ 2582—50, и коммутация должна быть такой, чтобы при работе с номинальной мощностью и допустимыми по ГОСТу перегрузками не требовалось внеочередной чистки коллектора и смены щеток.

При движении поезда по перегону ток, потребляемый двигателями, и напряжение в контактной сети резко меняются. Поэтому выбрать одну какую-либо номинальную мощность для тягового двигателя, полностью отвечающую условиям работы на линии, невозможно.

Учитывая это, условились указывать для тяговых двигателей две номинальные мощности: часовую и длительную.

Номинальной часовой мощностью тягового двигателя называется та наибольшая мощность, развиваемая на валу двигателя, при которой он может работать на испытательном стенде при нормально действующей вентиляции и закрытых коллекторных смотровых люках, начиная от холодного состояния [1], в течение часа без превышения температуры отдельных частей его над температурой окружающего воздуха сверх установленных ГОСТом для данного класса изоляции норм.

В табл. 26 указаны допустимые превышения температуры обмоток якоря и полюсов, а в табл. 27— допустимые превышения температуры коллектора и подшипников.

Таблица 26

Место установки машины	Части машины	Измерение	Допустимые превышения температуры в °C для классов изоляции			
			A	B	A	B
			при часовом режиме		при продолжительном режиме	
Под кузовом электроподвижного состава	Обмотки якоря	По методу сопротивления	100	120	85	105
		По методу термометра	75	90	65	80
	Обмотки полюсов	» » сопротивления	100	130	85	115
		По методу термометра	75	100	65	90
В кузове электроподвижного состава	Обмотки якоря и полюсов	» » сопротивления	90	110	75	90
		По методу термометра	65	80	55	70

Примечание. Допустимые превышения температуры обмоток якоря и полюсов, с изоляцией класса B, электродвигателей с независимой вентиляцией при продолжительном режиме могут быть на 15°C выше указанных в таблице значений.

[1] Двигатель считается холодным, если температура его частей отличается от температуры наружного воздуха не более чем на 3°C.

Таблица 27

Место установки машины	Допустимое превышение температуры в °С	
	коллектора	подшипников
Под кузовом электроподвижного состава .	95	55
В кузове электроподвижного состава . .	85	45

Номинальной продолжительной мощностью тягового двигателя называется та наибольшая развиваемая на валу двигателя мощность, при которой двигатель на испытательном стенде при нормально действующей вентиляции и закрытых коллекторных смотровых люках может работать длительно без перегрева его отдельных частей выше допустимых ГОСТом для данного класса изоляции значений, указанных в табл. 26 и 27.

Температура окружающего воздуха для машины, расположенной под кузовом, принимается равной + 25°С, а в кузове + 35°С.

Номинальным напряжением называется напряжение, на которое машина рассчитана. Это напряжение указано на паспортном щитке.

Номинальным часовым или длительным током двигателя называется ток, соответствующий работе машины при часовом или длительном режиме и номинальном напряжении.

Номинальной часовой или длительной скоростью вращения называется скорость вращения, соответствующая работе машины при часовой или длительной мощности и номинальном напряжении.

В приложениях 4—8 приведены значения указанных величин для различных типов машин электрического подвижного состава.

3. ПРОГРАММА КОНТРОЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Тяговые двигатели и вспомогательные машины после пропиточного, среднего и капитального ремонта проходят стендовые контрольные испытания по следующей программе.

1. Испытание на холостом ходу от пониженного напряжения при вращении в обе стороны в течение 30 *мин* для реверсивных машин и в одну сторону — для нереверсивных. Скорость вращения при этом должна быть не менее номинальной. Цель испытания — проверка работы подшипников, перегрев которых над температурой окружающей среды не должен превышать 55°С для машин, установленных под кузовом, и 45°С для машин, установленных в кузове.

2. Измерение омического сопротивления обмоток при 20°С. Отклонение величины сопротивления должно быть не более ± 10% от номинального значения. Для обмоток полюсов двигателя ДПИ-150 допускаются отклонения омического сопротивления в пределах + 10% и — 20%.

В приложении 10 приведены значения омических сопротивлений обмоток для различных машин.

3. Испытание на нагрев в течение часа. Цель испытания — определение максимального часового перегрева двигателя.

4. Проверка номинальной скорости вращения и реверсирования для электродвигателей и номинального напряжения для генераторов. Цель испытания — проверка соответствия параметров типовой характеристике данного типа машины и определение расхождения характеристик при вращении машины в обе стороны.

5. Испытание на повышенную скорость вращения. Цель испытания — проверка механической прочности закрепления обмотки якоря.

6. Проверка коммутации. Цель испытания — определение класса коммутации при максимальных перегрузках и повышенной скорости вращения.

7. Проверка сопротивления изоляции. Цель проверки — определение состояния изоляции нагретой машины для возможности испытания ее высоким напряжением.

8. Проверка высоким напряжением электрической прочности изоляции нагретой машины. Цель проверки — определение наличия запаса прочности изоляции по напряжению.

4. СХЕМЫ ИСПЫТАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

Существует несколько способов нагрузки машин при испытаний на стенде. Наиболее простым способом является нагрузка испытуе-

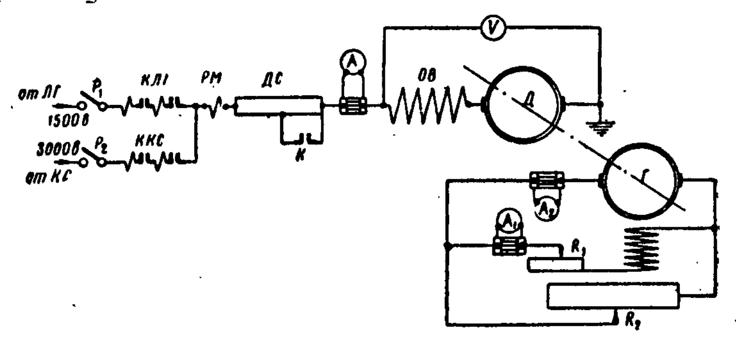


Рис. 123. Принципиальная схема силовой цепи для испытания вспомогательных машин:

Д — испытываемый двигатель; *Г* — нагрузочный генератор; R_2 — нагрузочное сопротивление; R_1 — регулировочное сопротивление; P_1 и P_2 — разъединители; *КЛГ* и *ККС* — контакторы; *РМ* — максимальное реле; *ДС* — демпферное сопротивление; *К* — контактор пусковой панели

мого двигателя на нагрузочный генератор или генератора на нагрузочное сопротивление. Этот способ является неэкономичным и применяется только при испытании машин малой мощности. На рис. 123 представлена принципиальная схема силовой цепи для испытания двигателей вспомогательных машин, нагружаемых

на генератор. По этой схеме может быть испытан мотор-вентилятор с генератором управления. В данном случае генератор управления является нагрузочным генератором для двигателя. Схемой предусмотрено испытание двигателя от линейного генератора с напряжением 1 500 *в* через разъединитель P_1 и два линейных контактора *КЛГ* или от контактной сети с напряжением 3 000 *в* через разъединитель P_2 и два линейных контактора *ККС*.

Двойное питание позволяет испытывать двигатели на напряжение 1 500 и 3 000 *в*. Включение двигателя производится через максимальное реле *РМ*, шунт амперметра и пусковую панель или демпферное сопротивление, величина которого для разных типов вспомогательных машин указана в приложении 5.

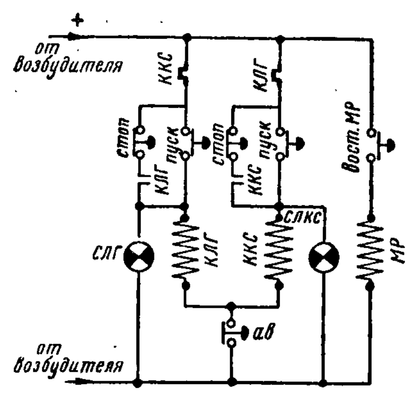


Рис. 124. Схема цепи управления стенда для испытания вспомогательных машин

Нагрузочный генератор или генератор управления включается на нагрузочное сопротивление R_2, в качестве которого могут быть использованы чугунные пусковые сопротивления. Напряжение генератора регулируется при помощи реостата R_1.

На рис. 124 представлена схема цепи управления для описанной выше силовой схемы.

Питание схемы осуществляется от шин возбуждения с напряжением 110 *в*. Для предотвращения одновременного включения контакторов контактной сети и линейного генератора в цепи управления предусмотрена взаимная блокировка их. Для экстренного отключения контакторов на пульте управления предусмотрена аварийная кнопка.

Другим способом испытания электрических машин, получившим широкое распространение в депо, является испытание по методу возвратной работы, называемому иногда методом взаимной нагрузки. На рис. 125 представлены две простейшие схемы испытания по методу взаимной нагрузки. Сущность метода состоит в том, что на испытательный стенд устанавливаются две механически спаренные посредством муфт одинаковые машины (например два тяговых двигателя).

При испытании одна из установленных машин работает в режиме двигателя, получая электрическую энергию от сети (линейного генератора), и передает на вал второй машины механическую энергию. Другая машина, получая от вала первой механическую энергию, преобразовывает ее в электрическую. Так как обе машины вращаются с одинаковой скоростью и возбуждаются одним и тем же током, в обмотках якорей их индуктируются одинаковые э. д. с. Известно, что э.д.с., индуктирующаяся в обмотке якоря двигателя, меньше

напряжения в сети, на которую двигатель включен, на величину падения напряжеиия в якорной цепи. Следовательно, э. д. с. второй машины, работающей в режиме генератора, также меньше напряжения сети (линейного генератора), к которой она подключена, и поэтому возвратить в сеть электрическую энергию, преобразованную в ней из механической, она не может.

Для того чтобы генератор мог отдавать электрическую энергию в сеть, последовательно с ним включается вольтодобавочная машина, регулированием возбуждения которой можно менять напряжение на зажимах этих двух последовательно соединенных машин, а следовательно, и сделать возможной работу второй машины в режиме генератора с возвратом электрической энергии в сеть (линейному генератору).

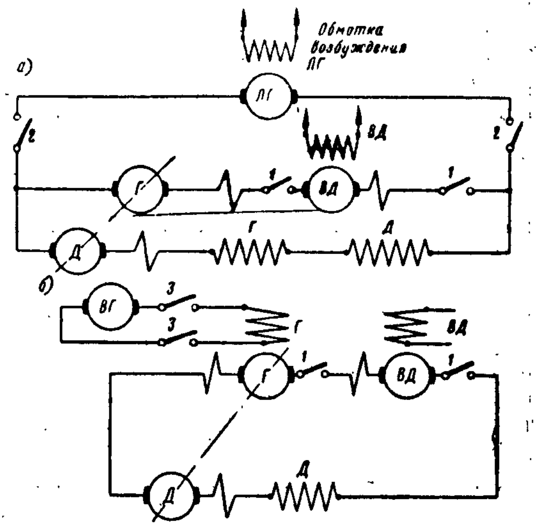


Рис. 125. Принципиальные схемы силовой цепи для испытания электрических машин по способу взаимной нагрузки:

а — схема с линейным генератором; *б* — схема с независимым возбуждением генератора; *Г* и *Д* — испытываемые двигатели; *ЛГ* — линейный генератор; *ВД* — вольтодобавочная машина; *ВГ* — возбудитель; *1* — контакторы *ВД*; *2* — контакторы *ЛГ*; *3* — контакторы *ВГ*

Вольтодобавочная машина должна выбираться с напряжением около 10% от номинального напряжения испытуемой машины, а мощность ее должна составлять также 10% от часовой мощности. Линейный генератор следует выбирать по напряжению примерно на 125% от номинального напряжения испытуемой машины, а по току примерно 15% от часового.

Энергетическую сторону испытания машин по этому методу можно объяснить таким образом (рис. 125, *а*).

Двигатель потребляет из сети электрическую энергию и передает на вал генератора механическую, а генератор преобразует полученную механическую энергию от вала двигателя в электрическую и возвращает последнюю обратно в сеть. Вследствие того что процесс преобразования энергии одного вида в другой всегда сопровождается некоторой потерей энергии, то в данном случае генератор не может возвратить в сеть столько электрической энергии, сколько получил из сети двигатель. Энергия при испытании машин расходуется на нагрев обмоток, перемагничивание железа и нагрев его вихревыми токами и на преодоление трения в ма-

шинах. Энергия, расходуемая на нагревание обмоток обеих машин, покрывается вольтодобавочной машиной, а энергия, расходуемая на потери в стали и механические потери, потребляется из сети.

Иногда используется схема без линейного генератора (рис. 125, *б*). В этом случае потери холостого хода компенсируются электрической энергией, получаемой независимой обмоткой возбуждения машины, работающей в режиме генератора. При этом в качестве возбудителя генератора должен использоваться многоамперный агрегат.

Нередко в схеме рис. 125, *а* вместо линейного генератора используется ввод контактной сети, включаемый через регулируемое сопротивление, посредством которого можно регулировать напряжение, подаваемое на испытуемые машины.

Из всех описанных схем испытания тяговых двигателей наибольшее распространение получила схема с линейным генератором благодаря более плавному и широкому регулированию напряжения и тока нагрузки двигателей, а также большей ее устойчивости.

Каждый раз перед испытаниями двигателей следует проверять правильность их включения в схему.

Предварительно запускают двигатели, приводящие во вращение линейный генератор и вольтодобавочную машину. Включив контакторы *1*, регулируют напряжение вольтодобавочной машины так, чтобы по цепи протекал ток примерно 12—15% от номинального тока испытываемых машин. Если машины включены правильно, то они останутся неподвижными, так как вращающие моменты машин направлены навстречу друг другу. Однако может оказаться, что и при правильном включении машин они медленно вращаются. Это указывает на большое расхождение характеристик.

После включения контакторов *2* регулированием напряжения линейного генератора и вольтодобавочной машины устанавливают желаемый режим работы испытываемых машин. При этом следует иметь в виду, что нагрузка двигателя изменяется путем регулирования возбуждения вольтодобавочной машины, однако сильное ослабление ее возбуждения может привести к разносу двигателя.

В схеме, представленной на рис. 125, *б*, регулирование напряжения на двигателе производится изменением тока возбуждения машины, работающей в режиме генератора.

При испытании машин по способу взаимной нагрузки необходимо иметь в виду, что регулирование напряжения и тока нагрузки следует производить постепенно, так как переход от одного режима работы машины к другому происходит медленно. Быстрое изменение напряжения или тока может привести к нарушению режима устойчивой работы, особенно при испытании по схеме рис. 125, *б*.

В депо схема взаимной нагрузки применяется для испытания тяговых двигателей. Она обеспечивает выполнение программы испытаний при незначительном расходе электрической энергии (18—20%

от энергии, расходуемой при испытании двигателей по схеме с нагрузочным генератором).

На рис. 126 представлена принципиальная силовая схема стенда для испытания тяговых двигателей электросекций типа ДК-103 с напряжением на коллекторе 1 500 *в* и ДПИ-150 с напряжением на коллекторе 750 *в*. Она представляет собой сочетание двух схем, показанных на рис. 125.

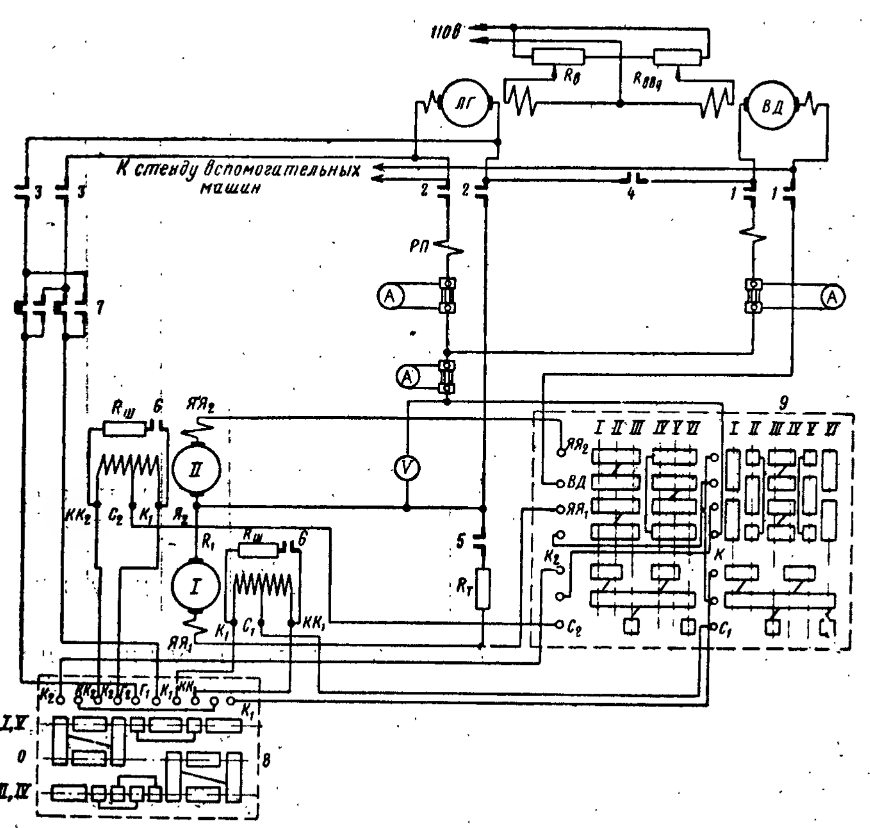


Рис. 126. Принципиальная силовая схема стенда для испытания тяговых двигателей типов ДК-103 и ДПИ-150:

$R_в$ и $R_{ввд}$—потенциометры для регулирования напряжения линейного генератора *ЛГ* и вольтодобавочной машины *ВД*; *РП*—реле перегрузки; $R_ш$—шунтирующее сопротивление; $R_т$—тормозное сопротивление; *1*—*6*—контакторы; *7*—реверсор; *8*—дополнительный контроллер; *9*—режимный контроллер; *I* и *II*—испытываемые двигатели

Схема позволяет производить реверсирование двигателей, испытывать их при ослабленном поле, а также изменять режимы работы машин (двигательный и генераторный) без пересоединений проводов схемы. Изменение режимов работы, реверсирование и ослабление поля при испытании ДПИ-150 производится режимным контрол-

лером *9* (см. рис. 126). Для испытання двигателя ДК-103, кроме контроллера *9*, предусмотрен дополнительный контроллер *8* и реверсор *7*. Положения ручек контроллеров при различных режимах испытания приведено в табл. 28.

Таблица 28

Тип двигателя	Режим работы двигателя	Ослабление поля	Направление вращения якоря	Положение переключающих аппаратов		
				контроллера 9	контроллера 8	реверсора 7
ДПИ-150	Двигательный	—	Против часовой стрелки	I	0	—
ДПИ-150	То же	—	По часовой стрелке	II	0	—
ДПИ-150	»	Включено	Против часовой стрелки	III	0	—
ДПИ-150	Генераторный	—	По часовой стрелке	IV	0	—
ДПИ-150	То же	—	Против часовой стрелки	V	0	—
ДПИ-150	»	Включено	То же	VI	0	—
ДК-103	Двигательный	Может быть включено на каждой позиции	»	I	I, II	I, V
ДК-103	То же		По часовой стрелке	II	I, II	II, IV
ДК-103	Генераторный	—	То же	IV	IV, V	II, IV
ДК-103	То же	—	Против часовой стрелки	V	IV, V	I, V

Схема предусматривает возможность ослабления поля при испытании тяговых двигателей ДПИ-150 только при одном направлении вращения. Включение двигателя на работу при ослабленном поле производится постановкой ручки контроллера *9* в положения III и VI.

Ослабление поля при испытании двигателя ДК-103 обеспечивается включением контакторов *6*, которые подключают шунтирующие сопротивления $R_ш$ параллельно обмоткам возбуждения. Ослабление поля может быть включено при любом направлении вращения машин нажатием кнопки на пульте управления. Для предотвращения одновременного включения контакторов *2* и *3* они сблокированы между собой и с положением дополнительного контроллера *8*. При испытании двигателя ДПИ-150 включается контактор *2*, а дополнительный контроллер *8* должен находиться в среднем положении. Схема испытания при этом будет соответствовать схеме, приведенной на рис. 125, *а*.

При испытании двигателей ДК-103 замыкается контактор *3*, а дополнительный контроллер *8* должен находиться в одном из

крайних положений. Схема испытания при этом будет соответствовать схеме, показанной на рис. 125, *б*. В качестве возбудителя генератора используется линейный генератор. При испытании этого двигателя зажимы C_1 и C_2 на клеммовых колонках остаются свободными.

Для быстрой остановки двигателей после испытаний в схеме предусмотрено тормозное сопротивление $R_т$, на которое замыкается

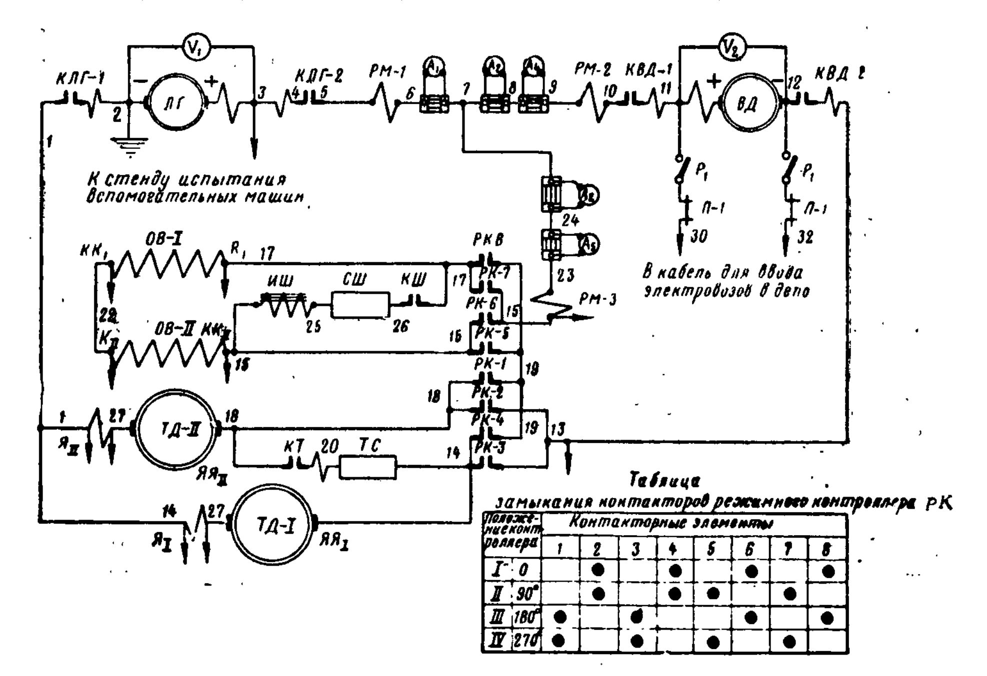


Таблица замыкания контакторов режимного контроллера РК

Положение контроллера		Контакторные элементы 1	2	3	4	5	6	7	8
I	0		●		●		●		●
II	90°		●		●	●		●	
III	180°	●		●			●		●
IV	270°	●		●		●		●	

Рис. 127. Принципиальная силовая схема для испытания тяговых двигателей электровозов:

ЛГ — линейный генератор; *КЛГ — 1, 2* — контакторы *ЛГ*; *ВД* — вольтодобавочная машина; *КВД — 1, 2* — контакторы *ВД*; *ТД — I, II* — испытываемые тяговые двигатели; *ОВ — I, II* — обмотки возбуждения *ТД — I, II*; *ИШ* — индуктивный шунт; *СШ* — шунтирующее сопротивление; *КШ* — контактор шунтировки; *ТС* — тормозное сопротивление; *КТ* — тормозной контактор; *ВП — 1, 2* — вольтметровый переключатель; *РМ* — максимальное реле; R_1 — рубильник; *П-1* — предохранитель; *1, 2...28* — номера проводов

якорь второй машины при включении контактора *5*. Управление контактором дистанционное; кнопка управления помещается на пульте.

Все элементы схемы собираются из стандартного оборудования, применяемого на электрическом подвижном составе.

На рис. 127 показана принципиальная силовая схема для испытания тяговых двигателей электровозов. Работа схемы поясняется таблицей замыкания контакторов режимного контроллера и схемой цепи управления, показанной на рис. 128.

В табл. 29 приведены режимы работы тягового двигателя в зависимости от положения режимного контроллера *РК*.

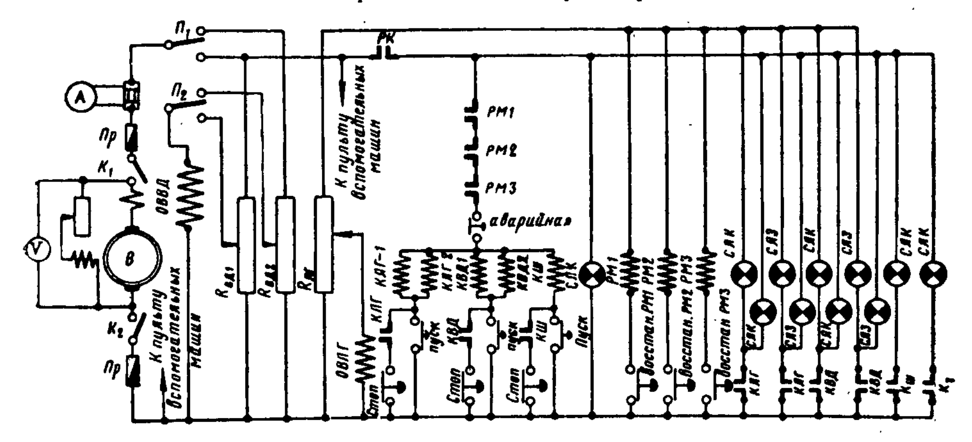


Рис. 128. Схема цепи управления стенда для испытания тяговых двигателей электровозов:

В — возбудитель; K_1 и K_2 — контакторы возбудителя; $R_{ВД_1}$ и $R_{ВД_2}$ — реостаты возбуждении возбудителя; $П_1$ и $П_2$ — переключатели; *ОВВД* — обмотка возбуждения вольтодобавочной машины; *РК* — блокировка режимного контроллера; *ОВЛГ* — обмотка возбуждения линейного генератора; *СЛК*, *СЛЗ* — сигнальные лампы красная и зелёная; *КЛГ — 1, 2* — катушки контакторов линейного генератора; *КВД — 1, 2* — катушки контакторов вольтодобавочной машины; *КШ* — катушка контактора шунтировки поля; *РМ — 1, 2, 3* — блокировочные контакты и катушки восстановления реле перегрузки; *КЛГ*, *КВД*, *КШ*, *КТ* — блокировочные контакты соответствующих контакторов

Для измерения напряжения на тяговых двигателях используются два вольтметра, которые включаются в схему через вольтмет-

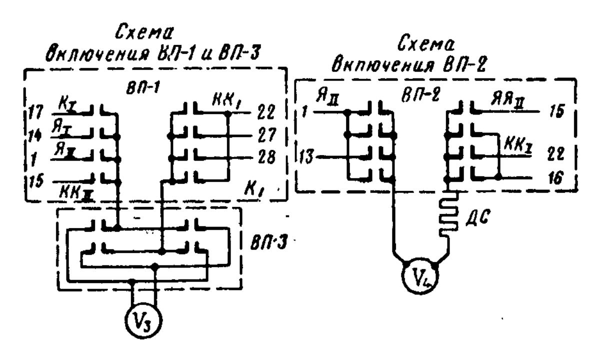


Рис. 129. Схема включения вольтметровых переключателей (*1*, *13*, *14*, *15*, *16*, *17*, *22*, *27*, *28* — номера проводов по рис. 128)

ровые переключатели ВП-1, ВП-2 и ВП-3. Схема включения переключателей показана отдельно на рис. 129.

Включение двигателей на ослабленное поле производится аналогично включению на ослабленное поле двигателя ДК-103.

Таблица 29

Положение режимного контроллера	Режим работы двигателя /	Направление вращения
I	Двигательный	По часовой стрелке
II	»	Против часовой стрелки
III	Генераторный	По часовой стрелке
IV	»	Против часовой стрелки

В описанных выше схемах испытания по способу взаимной нагрузки в качестве линейного генератора и вольтодобавочной машины могут быть использованы соответствующие тяговые двигатели, у которых последовательная обмотка возбуждения заменена параллельной.

5. СТЕНДЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ

Для проведения испытаний тяговые двигатели должны быть прочно закреплены на фундаменте и соединены муфтами. Поэтому на испытательной станции должен быть оборудован стенд, на котором можно быстро и прочно монтировать тяговые двигатели. Обычно этот стенд представляет собой плиту с Т-образными пазами, установленную на массивном фундаменте. На плите закрепляются две под-

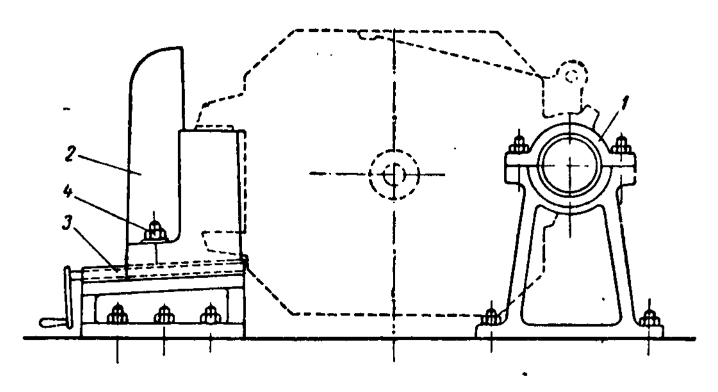


Рис. 130. Опоры для установки тяговых двигателей на стенде:
1 — осевая опора; *2* — подвижная опора; *3* — ходовой винт; *4* — крепежные болты

вижные опоры *2* (рис. 130) и две пары неподвижных осевых опор *1* с трубчатой перекладиной для моторно-осевых подшипников двигателя.

Валы двигателей соединяются между собой двумя полумуфтами Пальцы полумуфт имеют резиновые втулки для компенсации неточности монтажа. Установка двигателя ясна из рис. 130 и не требует особых пояснений. Следует только отметить, что для регулирования

совпадения осей валов двигателей по высоте применяются прокладки. По окончании монтажа необходимо проверить затяжку крепежных болтов.

Для соединения выводных концов со схемой станции на стенде должны иметься зажимные колонки, огражденные сеткой.

Испытание вспомогательных машин производится на аналогичном стенде без специальных опор. Для испытания компрессора на станции необходимо иметь специальное пневматическое оборудование. Описание указанного оборудования приводится ниже, в § 12 настоящей главы.

Управление машинами в процессе испытания осуществляется с пульта управления, расположение которого должно обеспечивать удобное наблюдение за испытываемыми машинами.

6. ИСПЫТАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН НА НАГРЕВ

Испытание тяговых двигателей на нагрев в течение часа проводится, как уже было сказано, для проверки нагрева обмоток, коллектора и подшипников при часовой мощности машины с нормально действующей вентиляцией. Под этим понимается создание такой вентиляции машины, которая имеет место при нормальной эксплуатации. Для машин с самовентиляцией этот вопрос решается просто: закрываются коллекторные люки, оставляя открытыми только вентиляционные отверстия.

Для машин с независимой вентиляцией должны быть созданы искусственные условия вентиляции, обеспечивающие продувку через двигатель расчетного количества охлаждающего воздуха. Для этого на испытательной станции оборудуется вентиляционная установка соответствующей производительности (примерно равной $^1/_4$—$^1/_3$ производительности вентилятора электровоза). Воздухопровод вентиляционной установки присоединяется к вентиляционным отверстиям двигателей посредством брезентовых рукавов.

Расход охлаждающего воздуха периодически измеряется. Измерение объема охлаждающего воздуха, прогоняемого через машину, основано на определении скорости его движения в воздухопроводе.

Расход воздуха равняется

$$Q = Sv \ \text{м}^3/\text{сек},$$

где S — площадь поперечного сечения воздухопровода в м^2;
v — скорость движения воздуха в *м/сек*.

Скорость движения воздуха определяется по формуле

$$v = \sqrt{\frac{2g}{\gamma} H_\text{д}} \ \text{м/сек},$$

где g — ускорение земного притяжения, равное 9,81 м/сек^2;
γ — удельный вес воздуха, равный 1,23 кг/м^3;
$H_\text{д}$ — динамический напор в *мм вод. ст.*

Динамический напор определяется опытным путем посредством трубки Прандтля, устанавливаемой так, как показано на рис. 131.

Трубка Прандтля состоит из двух трубок, вставленных одна в другую. Внутренняя трубка *1* имеет открытый конец. Наружная трубка *2* в точке *А* сварена с трубкой *1* так, что встречный поток воздуха не может в нее проникнуть с торца. Для прохода воздуха в цилиндрической поверхности трубки просверлены отверстия. Свободные концы трубок соединяются между собой прозрачным резиновым шлангом, в который налита вода. При движении воздуха возникает разность давлений в трубках, благодаря которой изменяются уровни жидкости в резиновом шланге. Разность уровней в *мм вод. ст.* будет указывать величину динамического напора.

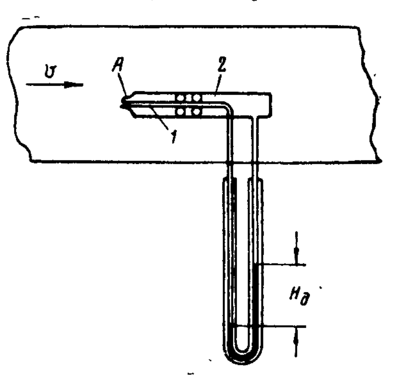


Рис. 131. Определение динамического напора:
1 — внутренняя трубка; *2* — наружная трубка; *А* — место спая трубок

Расход воздуха для двигателя ДПЭ-400 должен быть равен 70, а для двигателей НБ-406 — 95 и для НБ-410—130 $м^3/мин$.

Перегрев обмоток может быть установлен по методу сопротивления или измерением термометром. Суть метода сопротивления заключается в том, что при нагревании машины сопротивление ее обмоток возрастает пропорционально изменению температуры. Это явление и используется для определения перегрева.

Перегрев обмоток над температурой окружающей среды может быть определен по формуле

$$\tau = \frac{r_н - r_х}{r_х}(234{,}5 + t^\circ),$$

где $r_н$ — сопротивление обмотки в нагретом состоянии;
$r_х$ — сопротивление обмотки в холодном состоянии;
t° — температура воздуха, при которой измерено сопротивление обмотки $r_х$.

Точность определения перегрева по этому методу определяется в основном точностью измерения сопротивлений. Поэтому рекомендуется измерять сопротивление по методу амперметра-вольтметра. Измерение сопротивлений по этому способу удобно производить при испытании машин по способу взаимной нагрузки. Отключают линейный генератор и вентилятор (при независимой вентиляции), и после остановки машин производится измерение падения напряжения на обмотках, обусловленное током вольтодобавочной машины. Необходимо иметь в виду, что измерения падения напряжения в якоре должны производится каждый раз на одних и тех же пластинах.

При измерении термометром результаты измерений не дают действительного перегрева обмоток, так как термометр приклады-

вается не непосредственно к меди обмоток, а к наружной поверхности ее изоляции, температура которой на 20—30°С ниже температуры меди. Это частично учитывается установленными ГОСТом нормами, согласно которым допустимый перегрев обмоток при измерении термометром ниже, чем допустимый перегрев при измерении методом сопротивления.

Измерение температуры коллектора и подшипников производится ртутными или спиртовыми термометрами с пределом измерения до 150°С. Для обеспечения хорошей теплопередачи резервуар термометра обертывается станиолевой фольгой и сверху покрывается теплоизоляционным материалом.

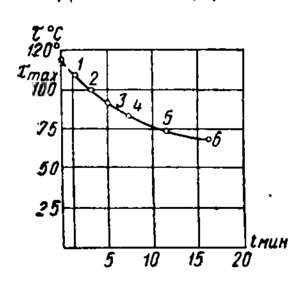


Рис. 132. Кривая остывания обмотки якоря

Испытание двигателя на нагревание производится в следующем порядке.

Измеряется сопротивление обмоток в холодном состоянии, для чего включается цепь вольтодобавочной машины и в цепи двигателей устанавливается ток примерно 10% номинального. Быстро производится по три замера падений напряжения в обмотках при трех различных значениях тока. По результатам измерений определяются сопротивления. В качестве действительного сопротивления берется их среднеарифметическое значение. Затем подключается линейный генератор и устанавливается часовой режим.

Испытание может преследовать две цели:

1) снятие кривых нагревания обмоток возбуждения и дополнительных полюсов;

2) определение максимальных перегревов всех обмоток, в том числе и обмотки якоря при часовом режиме работы.

В первом случае измерение сопротивлений производится через каждые 15 *мин*. Во втором случае после работы машин в течение часа их быстро останавливают и выключают вентилятор. Сразу после остановки машин производится первое измерение падений напряжения на всех обмотках, в том числе и в обмотке якоря. Затем через каждые 40—50 *сек* еще 5 замеров и в последующем через каждые 3—5 *мин* продолжают производить измерения падений напряжения на всех обмотках. По данным измерений определяются величины сопротивлений обмоток, а затем уже по указанной выше формуле подсчитываются перегревы обмоток и строятся кривые остывания обмоток (рис. 132).

Путем экстраполяции этих кривых определяется максимальный часовой перегрев обмоток. Полученные максимальные перегревы обмоток не должны превышать допустимых, приведенных в табл. 26.

Кривую нагревания обмотки якоря снять невозможно, так как на вращающемся двигателе нельзя замерить падение напряжения в обмотке якоря.

7. ПРОВЕРКА СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ И РЕВЕРСИРОВАНИЯ ПРИ ЧАСОВОМ ТОКЕ

У тяговых двигателей проверяется скорость вращения в обе стороны при номинальном часовом токе и номинальном напряжении.

При этой проверке измеряется скорость вращения двигателя при работе его в обоих направлениях. Если разница скоростей вращения двигателя при вращении в ту и другую сторону не превышает 4% от среднеарифметического значения скоростей вращения в обоих направлениях, то двигатель считается пригодным к эксплуатации. Отклонение скорости вращения двигателя в любом направлении от номинальной величины свыше $\pm$ 5% не допускается.

Встречающиеся иногда у машин значительные отклонения скорости вращения от номинальной после ремонта объясняются прежде всего повышенным размагничивающим действием реакции якоря. Повышение размагничивающего действия реакции якоря в свою очередь объясняется сдвигом щеток с нейтрали. Поэтому для устранения значительных отклонений рекомендуется установить щетки на нейтрали путем подкладывания прокладок между кронштейном щеткодержателя и самим щеткодержателем. Например, у двигателя ДПИ-150 прокладка толщиной 1 *мм* дает изменение скорости вращения примерно на 5 *об/мин*.

После ремонта и испытания перед установкой на электрический подвижной состав тяговые двигатели должны подбираться по их скоростным характеристикам. Если не делать такого подбора, то может оказаться, что двигатель с наибольшей скоростью вращения будет соединен с колесной парой с наименьшим износом бандажей, а двигатель с наименьшей скоростью — с колесной парой с наибольшим износом бандажей.

В таком случае при работе на электрическом подвижном составе у колесной пары с наибольшим износом бандажей, соединенной с двигателем с наименьшей скоростью вращения, износ будет еще больше, так как эта колесная пара должна вращаться быстрее. Кроме того, при параллельном соединении этих машин двигатель с наивысшей скоростью вращения и соединенный с колесной парой с наименьшим износом бандажей будет потреблять больший ток, а следовательно, этот двигатель будет иметь и больший нагрев.

Естественно, что такую работу двигателей нельзя считать нормальной, и поэтому двигатели должны определенным образом подбираться к ведущим колесным парам. Этот подбор весьма прост. Нужно стремиться к тому, чтобы отношение скоростей вращения двигателей было обратно пропорционально отношению диаметров бандажей, т. е. $n_1 : n_2 : n_3 = D_{к_3} : D_{к_2} : D_{к_1}$.

У вспомогательных машин допускаемое отклонение скорости вращения от номинального значения не должно превышать $\pm 6\%$.

Проверка на реверсирование у вспомогательных машин не производится, так как они работают при вращении только в одну сторону.

8. ПРОВЕРКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН НА ПОВЫШЕННУЮ СКОРОСТЬ ВРАЩЕНИЯ

Испытание двигателей на стенде на повышенную скорость вращения производится в режиме холостого хода (вольтодобавочная машина отключена) при пониженном напряжении линейного генератора. Значения максимальных скоростей приведены в приложении 4.

У двигателей компрессоров, которые могут работать только в агрегате с компрессором, проверка на повышенную скорость вращения производится при напряжении выше номинального и работе компрессора на выхлоп в атмосферу. Испытание производится в течение двух минут, после чего в двигателе не должно быть каких-либо изменений, которые могли бы в дальнейшем отразиться на его работе.

9. ПРОВЕРКА И НАЛАДКА КОММУТАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

Остановимся коротко на некоторых вопросах коммутации электрических машин.

Как известно, обмотка якоря машины постоянного тока представляет замкнутую на себя цепь, разделенную щетками на параллельные ветви. При вращении якоря секции его обмотки переключаются щетками из одной параллельной ветви в другую. При этом секции замыкаются щетками накоротко и ток в них меняет направление на противоположное. Этот процесс изменения тока и называется коммутацией, а замкнутая накоротко секция называется коммутирующейся секцией. Время, в течение которого секция замкнута накоротко щеткой, называется периодом коммутации и обозначается буквой Т. При изменении тока в коммутирующейся секции в ней индуктируются (наводятся) э. д. с. самоиндукции и взаимоиндукции. Суммарная э. д. с. называется реактивной и обозначается e_r. Под действием этой реактивной э. д. с. e_r в контуре короткозамкнутой секции появляется ток $i_к$, который замыкается поперек щетки и нагружает дополнительным током сбегающий край щетки и разгружает набегающий (рис. 133, *а*). Такая коммутация получила название замедленной и графически представлена на рис. 133, *б* кривой *1*.

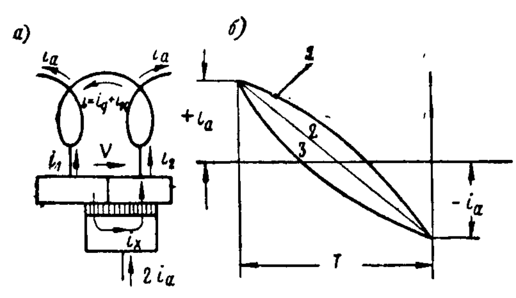


Рис. 133. График распределения токов в коммутирующейся секции

Если реактивная э. д. с. коммутирующейся секции превзойдет определенную величину, то обусловленный ею ток вызовет перекал

сбегающего края щетки и под ним появится заметное искрение. Во избежание этого явления в коммутирующейся секции необходимо навести еще одну э. д. с., которая по величине была бы равна или несколько больше величины реактивной э. д. с. и противоположна ей по направлению. В случае равенства указанных э. д. с. дополнительный ток в коммутирующейся секции равен нулю и имеет место прямолинейная коммутация. Изменение тока в короткозамкнутой секции для этого случая иллюстрируется линией *2* (рис. 133, *б*).

Если специально наведенная в секции э. д. с. больше реактивной э. д. с. e_r, то имеет место ускоренная коммутация, которая иллюстрируется кривой *3*.

Возможны два способа наведения э. д. с. в короткозамкнутой секции.

Первый способ. Сдвигаются с нейтрали щетки у двигателя против направления вращения, а у генератора по направлению вращения. В этом случае короткозамкнутая секция окажется в зоне действия магнитного потока главных полюсов, который будет наводить в ней э. д. с. нужного направления. Такой способ применяется у нереверсируемых машин, в частности у большинства вспомогательных машин.

Второй способ. В корпусе машины по нейтральной линии устанавливаются дополнительные полюсы, обмотка которых электрически соединяется последовательно с обмоткой якоря. Магнитный поток этих дополнительных полюсов наводит в коммутирующихся секциях э. д. с. необходимого направления. Щетки при этом должны быть установлены строго на нейтрали. Такой способ применяется у всех реверсируемых машин, в частности у всех тяговых двигателей и некоторых вспомогательных машин. Он является более совершенным способом, чем первый.

Обычно при наладке машины коммутацию делают несколько ускоренной, что обеспечивает хорошую работу машины при перегрузках.

Таблица 30

Тип машины	Режим	Напряжение в % к номинальному	Ток якоря в % к номинальному	Скорость вращения
Все тяговые двигатели	I	100	200	—
Тяговые двигатели электровозов	II	120	—	Максимальная гарантированная в эксплуатации
Тяговые двигатели электросекций	II	115	—	То же
Вспомогательные машины	I	100	150*	—
	II	150	Пуск пять раз подряд	—

* Испытание мотор-компрессоров по режиму I производится при номинальной скорости вращения, противодавлении 10 *атм* в течение 5 *мин*.

В табл. 30 приведены наиболее тяжелые режимы работы тяговых двигателей и вспомогательных машин с точки зрения коммутации. При работе в таких режимах и проводится проверка коммутации на стенде.

Оценка коммутации производится согласно ГОСТ 2582—50 по шкале коммутации (рис. 134). По этой шкале различают пять степеней искрения. Степени 1, $1^1/_4$, $1^1/_2$ соответствуют условиям, при которых длительная работа не вызывает необходимости чистки коллектора и замены щеток. С такими степенями искрения машины разрешается выпускать в эксплуатацию. При степенях искрения 2 и 3 наблюдаются подгары щеток и коллекторных пластин, а также сильное загрязнение коллектора после непродолжительной работы и быстрый износ щеток.

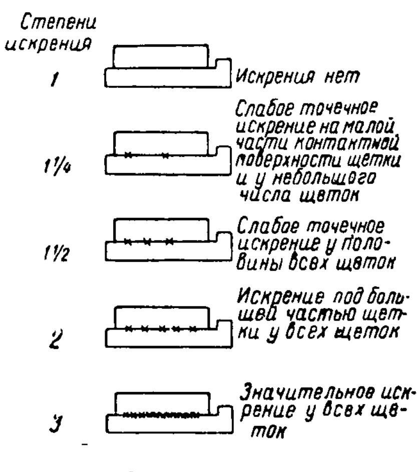


Рис. 134. Шкала коммутации

Иногда на коллекторах тяговых электрических машин возникает круговой огонь.

Проверка коммутации в указанных в табл. 30 режимах производится сразу после окончания испытания на повышенную скорость вращения.

Для реверсивных машин испытание производится в течение 30 *сек* при вращении в каждую сторону. Для нереверсивных машин испытание производится в течение 1 *мин* при рабочем направлении вращения. При изменении направления вращения тягового двигателя рекомендуется для притирки щеток предварительная работа его на холостом ходу в течение 5 *мин*.

Если при проверке коммутации машины в приведенных в табл. 30 режимах работы не появлялось каких-либо повреждений или кругового огня и класс коммутации был не выше $1^1/_2$, то машина может быть пущена в эксплуатацию. Если же возник круговой огонь или степень искрения была выше $1^1/_2$, то машина требует наладки коммутации.

Прежде всего необходимо проверить правильность установки щеток на нейтрали. Для этого обмотку возбуждения подключают на короткие промежутки времени к одному аккумуляторному элементу типа ЭП-80. Проверка производится таким образом. Поднимаются щетки с коллектора и щупами, к проводникам которых подключен стрелочный гальванометр, между коллекторными пластинами, находящимися под соседними щеткодержателями, измеряют трансформаторную э. д. с., которая наводится в секциях

в момент включения батареи. В результате нескольких измерений находят пару пластин, между которыми трансформаторная э. д. с. наименьшая. Между этими пластинами подключена секция, расположенная на нейтрали. Затем щетки ставятся на нейтраль, т. е. на указанные коллекторные пластины.

Другими причинами неудовлетворительной коммутации могут явиться неполный обрыв витка, который не был обнаружен во время ремонта, или витковое замыкание. Наиболее часто витковое замыкание возникает вследствие попадания угольной пыли между коллекторными пластинами, которая выгорает во время испытания и часто является причиной возникновения кругового огня.

При испытании тягового двигателя в режиме *II* может возникнуть круговой огонь, хотя двигатель перед этим работал без искрения. Наиболее вероятной причиной появления кругового огня в этом случае является отсутствие закругления коллекторных пластин со стороны конуса. Отсутствие этих закруглений вызывает перекрытие изоляционного воздушного промежутка между коллектором и корпусом вследствие большой напряженности поля у острых углов коллекторных пластин. Этому перебросу способствуют проскакивающие иногда частицы угольной пыли и ионизация воздуха, которая всегда имеет место в коллекторной камере. Поэтому всегда при осмотре машины перед испытанием необходимо обращать особое внимание на обработку коллектора.

Имеются и другие причины неудовлетворительной коммутации, которые уже были отмечены в главе I.

После устранения причин, вызвавших неудовлетворительную коммутацию, и приведения двигателя в порядок проверка коммутации повторяется.

10. ПРОВЕРКА СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ОБМОТОК

Измерения сопротивления изоляции обмоток электрических машин производятся сразу же после стендовых испытаний при рабочей температуре машин подачей напряжения мегомметра на обмотки. Для проверки сопротивления изоляции всех электрических машин применяются мегомметры на 2,5 *кв*, а для машин с изоляцией ниже 100 *в* — мегомметры на 500 *в*. Сопротивление изоляции при этом измерении не должно быть ниже значений, приведенных в табл. 31.

11. ПРОВЕРКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ ИЗОЛЯЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

Проверка электрической прочности изоляции производится при температуре, близкой к рабочей, сразу после испытания двигателя на стенде и измерения сопротивления изоляции. Проверка осуществляется высоким напряжением переменного тока, подаваемым на обмотки испытываемых машин.

В табл. 31 приведены электрические нормы для испытания машин после ремонта.

Таблица 31

Изоляция электрических машин по отношению к корпусу в *в*	Минимальное сопротивление изоляции в *мгом*	Величина испытательного напряжения в *в* для ремонта	
		среднего	пропиточного
3 000	3	5 000	4 000
1 500	1,5	3 000	2 000
100	0,5	750	500

Для получения высокого напряжения переменного тока на испытательной станции оборудуется высоковольтная установка (рис. 135), состоящая из повысительного трансформатора *1*, регулировочного сопротивления или автотрансформатора *2*, вольтметра *3*, отградуированного в значениях напряжения с высокой стороны; сам вольтметр включается в схему со стороны низкого напряжения. Кроме того, в схеме включен амперметр *6* с пределом измерения до 20 *а* и автомат *5*, отключающий трансформатор при перегрузке.

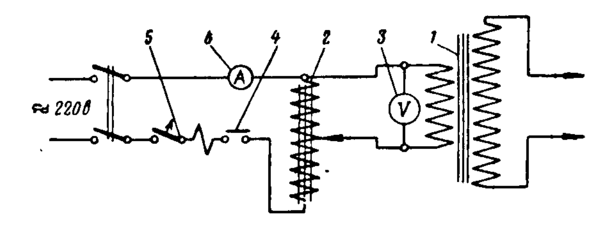


Рис. 135. Принципиальная схема установки испытания изоляции электрических машин высоким напряжением:

1 — повысительный трансформатор; *2* — регулировочный автотрансформатор; *3* — вольтметр; *4* — блокировка дверей; *5* — автоматический выключатель; *6* — амперметр

Для испытания частей машины высоким напряжением в процессе ремонта на испытательной станции оборудуется площадка, которая обязательно ограждается сеткой. Дверь ограды блокируется с автоматом.

При проверке электрической прочности изоляции после испытания на стенде машины заземляются, если они не были до этого заземлены, а обмотки их соединяются с испытательным трансформатором. Напряжение на трансформаторе плавно повышается до значений, приведенных в табл. 31, и выдерживается в течение 1 *мин*. Затем напряжение плавно снижается и трансформатор отключается.

При проверке может появиться коронный разряд на токоведущих частях машины. Это явление не указывает на несоответствие изоляции нормам и его не следует смешивать с пробоем изоляции или с перекрытием по поверхности. При пробое или перекрытии по по-

верхности остается закопченный след на поверхности изоляции или прожог ее, а также резко увеличиваются показания амперметра. При короне показания амперметра почти не изменяются.

Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если при испытательном напряжении не произошло пробоя или перекрытия изоляции.

12. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КОМПРЕССОРА

При проверке производительности компрессора его двигатель включается по схеме испытания вспомогательных машин, а компрессор соединяется с пневматической системой испытательной станции (рис. 136).

Перед испытанием компрессора открывают вентили *5* и *6* и заполняют резервуары *1* и *2* воздухом до давления 6—7 *атм* от пнев-

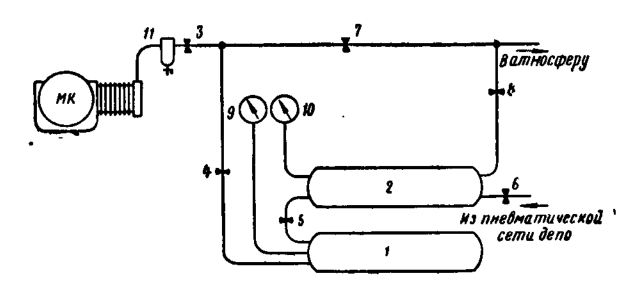


Рис. 136. Пневматическая схема для испытания компрессоров:

1 и *2* — воздушные резервуары; *3—8* — вентили; *9* и *10* — манометры; *11* — маслоотделитель

матической сети депо. Затем вентили *5* и *6* закрывают и открывают вентиль *8*, сообщающий резервуар *2* с атмосферой, и включают компрессор. Открывают вентили *3* и *4* и доводят давление в резервуаре *1* до 8 *атм*. После указанной подготовки приступают к определению производительности компрессора. Закрывают вентиль *8*, а вентиль *5* открывают настолько, чтобы приток воздуха, нагнетаемого компрессором в резервуар *1*, был равен количеству воздуха, проходящего через вентиль *5* в резервуар *2*. При выполнении этого условия манометр *9* резервуара *1* должен все время показывать давление 8 *атм*. Заполнение резервуара *2* ведется до тех пор, пока показания манометров *9* и *10* не уравняются, т. е. показание манометра *10* достигнет 8 *атм*. Время заполнения резервуара *2* до давления 8 *атм* замечается по секундомеру. Зная объем и время наполнения резервуара *2*, можно легко определить производительность компрессора, которая будет равна

$$K = \frac{Q_д T_{вх}}{t T_{вых}},$$

где K — производительность в $м^3/мин$;
$Q_д$ — действительное количество воздуха, переработанное компрессором, в $л$;
$T_{вх}$ — абсолютная температура входящего воздуха, равная $243 + \overset{\circ}{t}_{вх}$;
t — время работы компрессора в $мин$;
$T_{вых}$ — абсолютная температура воздуха в резервуаре *2*, равная $273 + \overset{\circ}{t}_{вых}$.

Здесь $\overset{\circ}{t}_{вх}$ — температура входящего воздуха в °C;
$\overset{\circ}{t}_{вых}$ — температура воздуха в резервуаре *2* в °C.

Действительное количество воздуха $Q_д$, переработанное компрессором, определяется умножением величины объема резервуара *2* в литрах на величину абсолютного давления в нем, т. е. на $8 + 1 = 9$ *атм*.

Производительность компрессоров после ремонта при противодавлении не ниже 8 *атм* должна быть не менее величин, указанных в табл. 32.

Таблица 32

Тип компрессора	Производительность в *л/мин*	
	Периодический ремонт	Средний ремонт
Э-400	670	685
Э-500	1 600	1 675

13. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ

Результаты испытаний тяговых двигателей заносят в журнал или протокол контрольных испытаний. Ниже приводится примерная форма протокола.

Протокол

контрольного испытания тягового двигателя

Тип . . . . . . Остов № . . . . Якорь № . . . . . .

1. Сопротивление обмоток в холодном состоянии при . . . °C, якоря . . . . . . , главных полюсов . . . . , дополнительных полюсов . . . .

2. Часовой режим.

Время		Напряжение в *в*	Ток в *а*	Скорость вращения в *об/мин*	Температура окружающего воздуха в °C
ч	*мин*				

Сопротивление обмоток в нагретом состояиии после остановки двигателя: якоря . . . . , главных полюсов . . . . , дополнительных полюсов . . . .

Температура обмоток: якоря . . . . °C, главных полюсов... °C, дополнительных полюсов . . . . °C.

Превышение температуры обмоток: якоря . . . . .°C, главных полюсов . . . . . .°C, дополнительных полюсов . . . . . .°C.

Превышение температуры коллектора . . . .°C, подшипников . . . .°C.

3. Проверка коммутации.

При вращении вала двигателя по часовой стрелке				При вращении вала двигателя против часовой стрелки			
Напряжение в *в*	Ток в *а*	Скорость вращения в *об/мин*	Степень искрения	Напряжение в *в*	Ток в *а*	Скорость вращения в *об/мин*	Степень искрения

4. Испытание на повышенную скорость вращения . . . . *об/мин*.

5. Измерение сопротивления изоляции обмоток в нагретом состоянии . . . .

6. Проверку электрической прочности изоляции . . . . . вольт в течение 1-*мин* выдержал.

«____» ____________ 195__г.

Испытание проводил . . . .

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИНАХ

В тяговом электромашиностроении применяется большое количество различных электроизоляционных материалов. Они различаются по химическому строению, электрической прочности и теплостойкости. Теплостойкость является одной из важнейших характеристик изоляционных материалов. Она характеризуется наибольшей температурой, при которой данный изоляционный материал может длительно работать.

По теплостойкости изоляционные материалы делятся на пять классов: А, В, ВС, СВ и С.

К классу А относятся хлопок, шелк, бумага и другие подобные пропитанные органические материалы. К этому же классу относится эмалевая изоляция проводов (марки ПЭЛ).

К классу В относятся изделия из слюды и асбеста, содержащие связующие вещества (лаки, смолы и т. д.).

К классу ВС относятся изделия из слюды, асбеста, стеклянной пряжи, изготовленные на теплостойких лаках.

В состав изоляции классов В и ВС могут входить материалы класса А, однако только в качестве крепления, а не изоляции при условии, что более низкая теплостойкость материалов класса А не сделает изолирующий материал непригодным для длительной работы.

К классу изоляции СВ относятся изделия из слюды, асбеста, стеклянной пряжи на теплостойких лаках без применения материалов класса А.

К классу С относятся изделия из слюды, асбеста, стеклянной пряжи без связующих веществ, а также из фарфора, стекла, кварца и других аналогичных материалов.

В качестве основных изоляционных материалов для изоляции обмоток и деталей (пазов якоря, коллекторов, обмоткодержателей, штырей щеткодержателей и т. д.) применяются лакоткани на шелковой и хлопчатобумажной основе класса А, на стеклянной основе — класса В, лакобумаги и слюдяная изоляция (миканиты). Для защиты указанных выше изоляционных материалов от механических повреждений и для придания обмоткам большей прочности применяются электрокартон, бумаги, хлопчатобумажные, шелковые, стеклянные и асбестовые ткани и ленты.

Волокнистые материалы находят широкое применение в качестве межвитковой изоляции (изоляция обмоточных проводов, прокладки и т. п.). Все волокнистые материалы могут применяться только в пропитанном виде.

Л а к о т к а н ь. Лакоткани на хлопчатобумажной и шелковой основе относятся к материалам класса А.

Лакоткани на стеклянной основе, пропитанные теплостойкими лаками, относятся к материалам класса В.

Пропитка тканей черными асфальто-масляными и асфальто-глифталемасляными лаками дает черную лакоткань.

Пропитка тканей светлыми лаками (масляными, глифтале-масляными) дает светлую лакоткань.

Черные лакоткани имеют более высокие изоляционные свойства, однако они не маслостойки и более подвержены действию растворителей (например бензина), чем светлые.

Черная стеклолакоткань получается пропиткой стекляиной ткани специальными теплостойкими и влагостойкими глифтале-масляно-асфальтовыми лаками. Лакоткань выпускается рулонами шириной от 600 до 1 000 *мм* и толщиной 0,11; 0,13; 0,15 и 0,25 *мм*. Она может длительно работать при температурах до 125—150°С.

Лакоткань следует хранить при температуре 10—30°С.

Лакобумага и электрокартон. Лакобумага, пропитанная бакелитовым лаком, толщиной 0,030—0,12 *мм* применяется для изоляции (обкатки, опрессовки) штырей щеткодержателей и подобных им деталей.

Электрокартоны марок ЭВ, ЭВП выпускаются толщиной 0,1—0,5 и 1—3 *мм* и ЭВТ — 0,1—0,2 *мм*. Электрокартон марки ЭВП в пропитанном виде применяется для изготовления пазовой изоляции (коробочки, гильзы) и различного рода прокладок. Электрокартон ЭВП более прочен механически и имеет более высокую электрическую прочность, чем электрокартон марки ЭВ.

Ленты. Хлопчатобумажные (киперная, тафтяная, миткалевая, батистовая), асбестовая и стеклянная ленты в пропитанном виде применяются в качестве изолирующих и защитных (покровных) материалов для изоляции обмоток и деталей. В непропитанном виде киперная и тафтяная ленты могут применяться в качестве временных бандажей при компаундировании обмоток.

Применяются ленты следующих размеров.

Наименование ленты	Толщина в *мм*	Ширина в *мм*								
Киперная	0,45	10	12	15	20	25	30	35	40	50
Тафтяная	0,25	10	12	15	20	25	30	35	40	50
Миткалевая	0,22	—	12	16	20	25	30	35	—	—
Батистовая	0,18	—	12	16	20	—	—	—	—	—
Стеклянная	0,1; 0,15—0,2; 0,25	—	8	—	—	—	—	35	—	—
Асбестовая	0,4	—	—	—	—	25	—	—	—	—

Миканиты — изоляционные материалы, основой которых является слюда, — обладают весьма высокими изоляционными свойствами: теплостойкостью, влагостойкостью и электрической прочностью.

Ввиду дефицитности и высокой стоимости миканитов они применяются для наиболее ответственных машин в том случае, когда применение изоляционных материалов класса А (лакоткань) недопустимо.

Миканит склеивается из листочков слюды. Имеются два сорта миканита: мусковит и флогопит, в соответствии с чем в обозначении миканита ставится вторая буква (М или Ф). Мусковит имеет несколько лучшие изоляционные качества (флогопит более жаростоек, что очень существенно для жаростойких изоляционных материалов, применяемых в нагревательных приборах).

Различают твердые, гибкие и формовочные миканиты. Твердые миканиты применяются для прокладок и межпластинной изоляции коллекторов. Этот последний, так называемый коллекторный, миканит должен содержать минимальное количество клеящего лака, чтобы с течением времени не давать усадку по толщине; поэтому при клейке этого миканита лак наносится стряхиванием его с кисти в виде мелких капель. После клейки и подсушки подогретый миканит прессуется и для получения точного размера по толщине фрезеруется.

Гибкий миканит применяется для изоляции пазовой части секций, изоляции паза, обмоткодержателей и т. д. и представляет собой листовой материал, склеенный из листочков слюды. Выпускают гибкий миканит в листах.

В качестве клеящих лаков применяются пластифицированные лаки, сохраняющие гибкость при нормальной температуре и хранении до двух месяцев.

Различают гибкий миканит с обклейкой с двух сторон тонкой бумагой и без нее. Разновидностью гибкого миканита является микалента, применяемая для изоляции проводников и обмоток. Она представляет собой материал, склеенный из листочков слюды и обклеенный с двух сторон специальной тонкой бумагой. В качестве клеящих лаков применяются асфальто-масляные лаки (черные) и глифтале-масляные (светлые).

Лента выпускается шириной 12, 15, 20, 25, 30 и 35 *мм*.

Обозначения и толщина микаленты (по ГОСТ 2857—45).

Сокращенное обозначение	Краткая характеристика микаленты	Толщина в *мм*
ЛМЧ-I (ЛФЧ-I)	Микалента, склеенная на масляно-битумном (черном) лаке с повышенной электрической прочностью	0,8; 0,1 0,13
ЛМЧ-II (ЛФЧ-II)	То же с нормальной электрической прочностью	0,08 0,13
ЛМС-I (ЛФС-I)	Микалента, склеенная на масляно-глифталевом (светлом) лаке с повышенной электрической прочностью	0,08 0,13; 0,1
ЛМС-II (ЛФС-II)	То же с нормальной электрической прочностью	0,1 0,17

Микалента толщиной 0,08 и 0,1 *мм* имеет обклейку только с одной стороны. Микалента должна храниться в герметически запаянных банках при температуре 10—35°С.

Разновидностью гибкого миканита является также микашелк, который с одной стороны обклеивается шелковой тканью, а с другой — бумагой. Микашелк, кроме высокой электрической прочности, обладает также высокой механической прочностью. Выпускается микашелк в рулонах шириной от 360 до 700 *мм* и толщиной 0,14—0,17 *мм*.

Особой теплостойкостью обладает другая разновидность гибкого миканита — гибкий стекломиканит. В этом материале слюдяные листочки наклеиваются на стеклянную ткань глифталевым лаком. Выпускается гибкий стекломиканит в рулонах шириной не менее 400 *мм* или в листах размером 700 × 1 000, 400 × 1 000, 600 × 600 *мм*². Толщина стекломиканита 0,13; 0,22; 0,3; 0,5 *мм*.

Формовочный миканит, выпускаемый в листах, склеенный из листочков слюды, обладает гибкостью и способностью при нагревании формоваться. Разновидностью формовочного миканита является микафолий, представляющий собой листочки слюды, склеенные при помощи лака и обклеенные с одной стороны телефонной бумагой толщиной 0,05 *мм*. Микафолий поставляется в рулонах шириной более 400 *мм* и в листах. Он приобретает гибкость в нагретом состоянии и применяется для изоляции пазовой части стержней и секций и изготовления гильз и т. д. Микафолий обозначается по ГОСТ 2857—45 тремя буквами, например МФШ. Первая буква М — микафолий, вторая буква М (мусковит) или Ф — (флогопит) обозначает сорт слюды. Третья буква характеризует лак: Г — глифталевый, М — масляно-глифталевый, Ш — шеллачный. Хранить микафолий (формовочный миканит) следует в закрытом сухом помещении при температуре 10—35°С.

Листы миканита при хранении рекомендуется прокладывать бумагой и обертывать парафинированной бумагой или другим влагостойким материалом.

Р е з и н а — широко распространенный изоляционный материал, применяемый для изолирования проводов, кабелей, шнуров. Сырьем для изготовления резины являются натуральный и синтетический каучук. Первый полу-

чается из сока каучуконосных растений, второй — при полимеризации бутадиена, получаемого из этилового спирта. В необработанном виде каучук не пригоден для технических целей, так как он обладает малой механической прочностью при растяжении, недостаточной эластичностью при низких температурах и заметным поглощением влаги. Поэтому его подвергают обработке серой в нагретом состоянии (вулканизации), в результате которой получается резина.

После вулканизации резина приобретает высокие механические свойства и эластичность.

Увеличение количества серы приводит к повышению прочности, но при этом снижается эластичность. Введение серы повышает диэлектрическую прочность резины, которая достигает максимума при содержании ее около 12%. Водопоглощение каучука и резины обусловливается наличием в них водорастворимых примесей. Наименьшее поглощение влаги — у натурального и натрий-бутадиенового каучука.

С течением времени резина подвергается естественному старению, которое объясняется окислительным действием кислорода. В результате на поверхности резины образуется тонкая неэластичная пленка, в которой образуются трещины. Солнечный свет действует как катализатор, т. е. ускоряет процесс старения. При нагревании процесс старения ускоряется.

Кремнеорганические изоляционные материалы изготовляются на основе высокомолекулярных кремнеорганических соединений. Эти соединения получаются либо в виде твердых смол, либо в виде каучукоподобных материалов. Они обладают широким интервалом рабочих температур: от — 60 до + 250°С. Разлагаясь при температуре свыше 300°С, они мало выделяют свободного углерода и поэтому диэлектрические свойства их при этом снижаются незначительно. Лаки, приготовленные из кремнеорганических смол, применяются как пропиточные и покровные при изготовлении миканитов, стеклолакотканей, стеклотекстолитов и пр. Сушка обмоток, пропитанных кремнеорганическими лаками, производится при температуре 150—180°С.

Фарфор. В электрических машинах подвижного состава фарфор нашел применение в виде изоляторов кронштейнов щеткодержателей. Его применение объясняется незначительной гигроскопичностью, стойкостью к воздействию электрических дуг, чистотой поверхности и высокой величиной напряжения поверхностного перекрытия.

Фарфоровые изделия получаются в результате обжига изделий, приготовленных из смеси, в которую входят глинистые материалы (каолин и глина) около 50%, кварц — 25%, калиевый полевой шпат — 25%. Перед обжигом керамические изделия глазируются, т. е. покрываются стекловидной глазурью для повышения электрических свойств, снижения гигроскопичности и получения гладкой блестящей поверхности Глазури по составу похожи на керамические массы. Они плавятся при температуре обжига. При обжиге происходит спекание керамических изделий, в результате чего повышается их механическая прочность и стойкость к воздействию влаги. Температура обжига примерно 1400°С. Повышение и понижение температуры во избежание растрескивания производятся медленно. Характеристика фарфора зависит от рецептуры керамики и технологии производства. Примерная характеристика фарфора следующая:

Прочность на разрыв	300—500 *кг/см²*
» » сжатие	4 500—5 500 »
Электрическая прочность	30—35 *кв/мм*
Поверхностное сопротивление	10^9—10^{12} *ом*

ПРИМЕРНЫЙ ГРАФИК ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОПИТОЧНОГО РЕМОНТА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОБОРОТНОГО ФОНДА

Наименование операций	Разряд рабочих	1 день	2 день	3 день	4 день	5 день	6 день	7 день	8 день	9 день	10 день
Разборка, очистка, дефектировка, загрузка в печь для сушки	2, 3, 4, 7	8 17									
Сушка перед пропиткой	—	17	8								
Пропитка, сушка после пропитки	4		8	8							
Покраска, сушка после покраски	4			8 20							
Остывание . . .	—			20	8						
Обточка коллекторов	5				8 15						
Ремонт остова после пропитки .	5				8	8					
Ремонт якоря после пропитки .	5, 6				15	17					
Ремонт мелких деталей (щеткодержателей, кронштейнов, подшипников, подшипниковых щитов)	4, 5, 6		8	17							
Сборка тяговых двигателей . .	5, 6					17	13				
Сборка вспомогательных машин	5, 6						8	13			
Испытание тяговых двигателей	—						13	17			
Испытание вспомогательных машин . . .	—							17	8		
Притирка и насадка шестерен на тяговые двигатели	4, 5							8	8		

ГРАФИК ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СРЕДНЕГО РЕМОНТА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

Наименование операций	Разряд рабочих	1 день	2 день	3 день	4 день	5 день	6 день	7 день	8 день	9 день	10 день
Разборка, очистка, дефектировка	2, 3, 4, 7	8 15									
Ремонт якоря и его обмотки перед пропиткой	5, 6	15		17							
Сушка перед первой пропиткой	—			17	8						
Первая пропитка якоря, сушка после пропитки	4				8	8					
Постановка постоянных бандажей	5					8 12					
Нагрев якоря перед пропиткой	—					12 16					
Вторая пропитка якоря, сушка после пропитки	4					16	12				
Покраска якоря покровным лаком и сушка после покраски .	4						12 20				
Остывание якоря	—						20	8			
Демонтаж катушек с остова. .	5	15	12								
Ремонт катушек . .	5, 6		12	17							

Продолжение

Наименование операций	Разряд рабочих	1 день	2 день	3 день	4 день	5 день	6 день	7 день	8 день	9 день	10 день
Сушка катушек перед компаундировкой . . .	—			17	8						
Компаундировка катушек . . .	5				8 17						
Снятие временных бандажей и окраска покровным лаком . .	4				17 20						
Сушка катушек после окраски	—				20	8					
Монтаж катушек в остове . . .	5					8	12				
Механический ремонт остова . .	4, 5		12		17						
Ремонт мелких деталей (щеткодержателей, кронштейнов, подшипников и подшипниковых щитов)	4, 5, 6					8	12				
Ремонт якоря после пропитки . .	5, 6							8 17			
Сборка электрических машин . .	5, 6								8 14		
Испытание на холостом ходу . .	6								14 16		
Испытание на испытательной станции . . .	—								16 20		

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЯГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Основные данные	Единица измерения	ДПЭ-340, ДПЭ-340, ДСЭ-680/2	ДПЭ-400	НБ-410	НБ-406А, НБ-406Б	ДК-106Б	ДПИ 150, ДПИ-152А	ДК-103А, ДК-103Г	ДК-105Б	ДК-105Г
Напряжение на коллекторе	*в*	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500	750	1 500	825	825
Изоляция по отношению к корпусу	*в*	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	1 500	3 000	3 000	3 000
Класс изоляции	—	В	В	В	В	В	В	В	В	В
Возбуждение	—	Последовательное								
Вентиляция	—	Принудительная				Самовентиляция				
Объем воздуха для вентиляции	*м³/мин*	78	70	130	95	—	—	—	—	
Часовой режим										
Мощность двигателя	*квт*	340	400	650	525	200	170	180	153	165
Ток	*а*	250	290	475	380	146	250	132	210	225
Число оборотов в минуту	*об/мин*	605	710	750	735	830	865	1 100	780	765
Длительный режим										
Мощность двигателя	*квт*	300	310	—	470	144	122	129	191	—
Ток	*а*	220	225	—	340	105	185	105	132	—
Число оборотов в минуту	*об/мин*	630	770	—	765	—	970	1 215	—	—
Максимальные режимы										
Максимальное число оборотов в минуту, допустимое в эксплуатации	»	1 380	1 580	1 780	1 550	—	1 900	2 100	2 100	1 900
Максимальное число оборотов в минуту для испытания на стенде в течение 2 *мин*	»	1 520	1 800	2 140	1 860	—	2 000	2 520	2 300	2 500
Максимально допустимый ток в течение 1 *мин*	*а*	500	580	—	—	—	500	264	420	450

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВИГАТЕЛЕЙ ДЛЯ ВЕНТИЛЯТОРОВ И ГЕНЕРАТОРОВ УПРАВЛЕНИЯ

Основные данные	Единица измерения	Мотор-вентиляторы			Генераторы управления			
		НБ-340	ДК-403А	ДК-403Г	ДК-405А	ДК-405Г	ДУ-3, ДУ-3А	ДУ-3Б, ДУ-3Г
Напряжение на коллекторе	*в*	3 000	3 000	3 000	50	50	50	50
Величина демпферного сопротивления	*ом*	—	27	27	—	—	—	—
Изоляция по отношению к корпусу	*в*	3 000	3 000	3 000	50	50	50	50
Класс изоляции	—	А	А	А	Катушек А, якоря В		А	А
Возбуждение	—	Последовательное			Параллельное			
Длительный режим								
Мощность на валу мотора	*квт*	30	18,5	18,0	4,5	4,5	3	3
Ток	*а*	14	8	7,8	90	90	60	60
Число оборотов	*об/мин*	800	1 300	1 250	1 300	1 000	1 300 (1 200—ДДИ-60)	1 300
Максимальный режим								
Максимальное число оборотов для испытания на стенде в течение 2 *мин.*	»	—	2 150	2 150	2 250	2 250	2 150	2 150

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВИГАТЕЛЕЙ ДЛЯ КОМПРЕССОРОВ

Основные данные	Единица измерения	НБ-431	ЭК-12, на 3 000 *в*	ЭК-12 1 500/3 000 *в*	ДК-402А	ДК-404А	Э-15/1	ДК-406А	СМ-38	СР-30
Напряжение на коллекторе	*в*	3 000	3 000	1 500	3 000	3 000	1 500	1 500	1 500	1 500
Величина демпферного сопротивления	*ом*	27	60	10	40	40	18,6	18	—	18
Изоляция по отношению к корпусу	*в*	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	1 500	3 000	1 500	1 500
Класс изоляции	—	А	А	А	А	А	А	А	А	А
Возбуждение		Последовательное								
Мощность на валу мотора	*квт*	21	13,1	14	13,5	13,5	6	5,5	—	—
Ток	*а*	9,5	6,1	12,2	6,1	6	5	5	5	5
Число оборотов	*об/мин*	440	700	700	915	900	1 025	950	1 100	1 200
Максимальный режим										
Максимальное число оборотов для испытания в течение 2 *мин*	»	880	1 400	1 400	1 760	1 900	1 700	2 150	1 700	1 700

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОТОР-ГЕНЕРАТОРОВ

Основные данные	Единица измерения	ДМГ-1500/50, ДМГ 1500/50, А и МВ		ДК-401А		ДК-401В	
		Сторона мотора	Сторона генератора	Сторона мотора	Сторона генератора	Сторона мотора	Сторона генератора
Напряжение на коллекторе . .	*в*	1 500	50	3 000	95	3 000	95
Величина демпферного сопротивления . . .	*ом*	18,6	—	6	—	6	—
Изоляция по отношению к корпусу	*в*	1 500	50	3 000	95	3 000	95
Класс изоляции .	—	А	А	А	А	А	А
Возбуждение . .	—	Смешанное					
Способ вентиляции	—	Самовентиляция					
Длительный режим							
Мощность на валу	*квт*	5,47	4,25	—	—	—	—
Ток	*а*	4,6	85	—	—	—	—
Число оборотов .	*об/мин*	1 600	1 600	—	—	—	—
Максимальный режим							
Максимальное число оборотов для испытания в течение 2 *мин* . .	»	3 000	3 000	1 800	1 800	1 800	1 800
Часовой режим							
Мощность на валу	*квт*	—	—	67	57	67	57
Ток	*а*	—	—	27	600	27	600
Число оборотов .	*об/мин*	—	—	1 030	1 030	1 030	1 030

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЕЛИТЕЛЯ НАПРЯЖЕНИЯ ДК-601

Основные данные	Единица измерения	ДК-601А, ДК-601Б
Напряжение на коллекторе	*в*	3 000/1 500
Изоляция по отношению к корпусу	»	3 000
Класс изоляции	—	А
Система возбуждения	—	Смешанное
Способ вентиляции	—	Самовентиляция
Длительный режим		
Мощность на валу мотора	*квт*	5,5
Сила тока	*а*	3
Скорость вращения	*об/мин*	1 350

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПРЕССОРОВ

Основные данные	Единица измерения	Э-400, СМ-38, СР-30	Э-500, СР-32
Производительность компрессора не менее	*л/мин*	700	1 750
Рабочее давление	*атм*	8	9
Максимальное допускаемое давление	»	10	10
Число оборотов номинальное . . .	*об/мин*	190	200
Максимальное число оборотов при испытании на стенде в течение 2 *мин*	»	316	416

СОПРОТИВЛЕНИЕ ОБМОТОК ТЯГОВЫХ ДВИ

Тип электромашины	Сопротивление обмоток			
	обмотки якоря			последова глав
	номинальное	минимальное	максимальное	номинальное
ДПЭ-340	0,103	0,0927	0,113	0,0744
ДПЭ-400	0,0645	0,0580	0,0709	0,0644
НБ-410	0,0327	0,0294	0,0359	0,0486
НБ-406	0,0482	0,0433	0,0530	0,0451
ДК-106	0,165	0,148	0,181	0,183
ДПИ-150	0,044	0,0396	0,0484	0,035
ДК-103А; ДК-103Г	0,200	0,18	0,22	0,223
ЭК-12/3000	21,7	19,53	23,87	13
	21,7	19,53	23,87	16,32
ЭК-12-1500/3000	5,0	4,5	5,5	2,9
	5,0	4,5	5,5	3,93
ДК-403А	15,4	13,86	16,94	7,8
ДК-403Г	12,3	11,07	13,53	7,3
	12,3	11,07	13,53	8,5
ДУ-402А	17	15,3	18,7	11,9
ДК-404А	16,5	14,85	18,15	16,7
ДК-401А, сторона мотора	2,02	1,818	2,22	0,655
ДК-401А, сторона генератора	0,00472	0,004240	0,00519	0,000105
ДУ-3	0,0525	0,0475	0,0577	—
ДК-405А	0,0251	0,0225	0,0276	—
ДК-406Б	0,0186	0,0167	0,0204	—
ЭК-15/1	9,2	8,28	10,12	16,1
	4,23	3,807	4,653	7,01
ДМГ-1500/50, сторона мотора	8,36	7,524	9,196	3,14
ДМГ-1500/50, сторона генератора	14,2	12,78	15,62	3,14
ДМГ-1500/50, сторона генератора	0,0263	0,0236	0,0289	0,892
ДК-406А	7,66	6,894	8,426	12,1
ДК-601Б	7,2	6,48	7,92	2,8
ДК-601Г	9,6	8,64	10,56	2,8
ДК-604, сторона мотора	9,6	8,64	10,56	1,16
ДК-604, сторона генератора	0,0186	0,0167	0,0204	—
НБ-431	22,0	19,8	24,2	13

ГАТЕЛЕЙ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ МАШИН

электромашин при 20 °С

тельной обмотки ных полюсов		параллельной обмотки главных полюсов			обмотки дополнительных полюсов		
мини-мальное	макси-мальное	номиналь-ное	мини-мальное	макси-мальное	номиналь-ное	мини-мальное	макси-мальное
0,0669	0,0818	—	—	—	0,0374	0,0336	0,0411
0,0669	0,0821	—	—	—	0,0372	0,0334	0,0409
0,0437	0,0534	—	—	—	0,0245	0,0220	0,0239
0,0495	0,0496	—	—	—	0,0212	0,0190	0,0233
0,164	0,201	—	—	—	0,082	0,073	0,090
0,0315	0,0385	—	—	—	0,0234	0,0210	0,0257
0,2007	0,2453	—	—	—	0,102	0,0918	0,1122
11,7	14,3	—	—	—	5,35	4,815	5,885
14,688	17,952	—	—	—	8,35	7,515	9,185
2,61	3,19	—	—	—	1,4	1,26	1,54
3,537	4,323	—	—	—	1,98	1,782	2,178
7,02	8,58	—	—	—	3,17	2,853	3,487
6,57	8,03	—	—	—	2,85	2,565	3,135
7,65	9,35	—	—	—	3,25	2,925	3,575
10,71	13,09	—	—	—	5,37	4,833	5,907
15,03	18,37	—	—	—	6,0	5,4	6,6
0,589	0,7205	3,52	3,168	3,87	0,485	0,436	0,533
0,000094	0,000115	2,3	2,07	2,53	0,00237	0,00213	0,00260
—	—	4,46	4,014	4,906	0,0134	0,0120	0,0147
—	—	5,3	4,77	5,83	—	—	—
—	—	4,65	4,185	5,115	—	—	—
14,49	17,71	—	—	—	—	—	—
6,309	7,711	—	—	—	—	—	—
2,826	3,454	37,5	33,75	41,25	3,34	3,006	3,674
2,826	3,454	37,5	33,75	41,25	3,34	3,006	3,674
0,802	0,981	10,9	9,81	11,99	—	—	—
10,89	13,31	—	—	—	—	—	—
2,52	3,08	7 700	6 930	8 470	—	—	—
2,52	3,08	7 700	6 930	8 470	—	—	—
1,044	1,276	7 700	6 930	8 470	—	—	—
—	—	4,65	4,18	5,11	—	—	—
11,7	14,3	—	—	—	6,23	5,607	6,853

ДАННЫЕ ЩЕТОК ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

Тип электромашины	Марка щетки	Размер щетки в *мм*			Нажатие на щетки в *кг*	Минимальная высота щетки в *мм*		Число щеток в щеткодержателе	Число щеток на машину
		Толщина	Ширина	Высота		при выпуске из пропиточного ремонта	в эксплуатации		
НБ-406	ЭГ-2А	20	50	60	3,6—4,2	—	—	2	8
ДПЭ-400	ЭГ-2А	16	50	60	3—3,8	55	35	2	8
ДПЭ-340	ЭГ-2А	12,5	50	55	2,5—3,5	50	35	2	8
ДК-404А и НБ-404	ЭГ-2А	8	25	50	0,65—0,75	35	30	1	4
ДК-402А	ЭГ-2А	10	25	33—31	0,65—0,75	25	20	1	4
ЭК-12/3000 . . .	ЭГ-2А	10	20	26—24	0,65—0,75	20	17	1	4
НБ-431	ЭГ-2А	10	25	50	1,2—1,5	—	30	1	4
ДК-403	ЭГ-2А	8	25	51—49	0,65—0,75	35	30	1	4
НБ-430	ЭГ-2А	10	25	50	1,2—1,5	—	30	1	4
ДК-401, сторона двигателя . . .	ЭГ-2А	10	40	41—39	0,75—0,95	30	25	1	4
ДК-401А, сторона генератора . .	ЭГ-2А	16	40	61—59	2,75—3,20	35	30	4	24
ДК-401В, сторона генератора . .	ЭГ-2А	16	32	32	2,75—3,2	35	25	5	30
НБ-429, сторона двигателя . . .	ЭГ-2А	10	25	50	1,2—1,5	—	30	4	4
НБ-429, сторона генератора . .	ЭГ-2А	16	32	32	2,75—3,2	—	—	5	30
ДК-405А и ДК-405К . . .	ЭГ-2А	16	32	32	1,0—1,25	29	16	1	4
ДУ-3	ЭГ-2А	16	32	50	2,5—2,75	38	32	1	4
ДК-103	ЭГ-2А	12,5	32	50	2—2,5	50	35	2	8
ДПИ-150	ЭГ-2А	20	50	60	3—4	60	35	3	6
ДМГ-1500/50, сторона двигателя	ЭГ-2А	10	25	55	0,75	51	28	1	2
ДМГ-1500/50, сторона генератора	ЭГ-2А	12,5	32	55	1,08	51	28	2	8
ЭК-15	ЭГ-2А	10	25	50	1—1,3	—	—	1	2
ДК-406	ЭГ-2А	8	25	50	0,6—0,8	—	—	1	4
ДК-601	ЭГ-2А	8	25	50	0,7—0,9	47	25	1	4

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила ремонта тяговых двигателей и вспомогательных машин электроподвижного состава. Трансжелдориздат, 1957.

2. А. Е. Алексеев. Тяговые электродвигатели. Трансжелдориздат, 1951.

3. Е. М. Коварский. Ремонт электрических машин. Госэнергоиздат, 1953.

4. В. И. Карташев, Л. А. Кронкалн и В. Б. Цкипуришвили Вопросы увелнчения межремонтных пробегов электровозов. Трансжелдориздат, 1956.

5. В. И. Карташев и Н. Д. Сухопрудский. Изоляция машин электроподвижного состава постоянного тока и ее испытания. Трансжелдориздат, 1956.

6. Н. Г. Лугинин. Ремонт тепловозов. Трансжелдориздат, 1956.

7. Н. И. Ермаков. Испытания электрических машин электроподвижного состава в депо. Трансжелдориздат, 1956.

8. В. В. Савченко. Пропитка изоляцни обмоток тяговых электрических машин. Трансжелдориздат, 1957.

9. К. Ф. Энгольм и В. Ф. Девятков. Вагонные буксы с роликовыми подшипниками. Трансжелдориздат, 1953.

10. Ч. С. Озембловский, И. И. Кудрявцев и Г. В. Фаминский. Текущий ремонт и содержание электровозов. Трансжелдориздат, 1956.

11. В. С. Попов. Электротехнические измерения и приборы. Госэнергоиздат, 1952.

12. С. Э. Крейи, Ю. С. Заславский и Н. П. Воинов. Смазочное масло и двигатель. Гостоптехиздат, 1952.

13. Р. Х. Хисамутдинов. Коммутация машин постоянного тока. Металлургиздат, 1953.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

От авторов 3

Глава I

Эксплуатация тяговых двигателей и вспомогательных машин

1. Влияние режима ведения поезда на состояние тяговых двигателей 4
2. Уход за тяговыми двигателями при работе в зимних условиях . 5
3. Профилактический осмотр электрических машин 7
4. Ремонт электрических машин при периодическом ремонте локомотива 8
5. Уход за коллектором и щетками 11
6. Смазка подшипников 16

Глава II

Методы производства электрических измерений при ремонте

1. Измерение сопротивления изоляции обмоток 19
2. Измерение сопротивления обмоток 20
3. Проверка обмоток якорей на витковое замыкание 26
4. Контроль влажности изоляции по методу «емкость-частота» . . 31
5. Проверка межвитковой изоляции катушек полюсов электрических машин 32
6. Проверка правильности выполнения обмотки и качества пайки петушков 33
7. Проверка полярности полюсных катушек 35

Глава III

Износ и повреждения электрических машин

1. Общие сведения 37
2. Условия работы изоляции обмоток и ее износ 38
3. Условия работы проводников обмотки и их повреждения 39
4. Повреждения остовов и подшипниковых щитов 39
5. Обрыв крепежных болтов 40
6. Повреждения вала якоря и якорных подшипников 41
7. Повреждения вентиляторов электрических машин 42
8. Нарушение крепления обмотки якоря 42

Глава IV

Организация работы электромашинного цеха депо

1. Виды ремонта 44
2. Объем работ по видам ремонта 44
3. Организация работы цеха и графики ремонта 46
4. Оборудование электромашинного цеха депо и его размещение . . 50

Глава V

Разборка и дефектировка электрических машин

1. Общие сведения 53
2. Разборка и дефектировка тягового двигателя 53
3. Разборка и дефектировка мотор-генератора 62
4. Разборка делителей напряжения и генераторов тока управления 64
5. Разборка двигателей компрессоров и вентиляторов 66

Глава VI Стр.

Ремонтные работы, выполняемые до пропитки электрических машин

1. Общие сведения 67
2. Снятие изношенного подшипникового кольца 67
3. Ремонт вала якоря 69
4. Насадка подшипниковых колец 73
5. Удаление дефектной секции из пазов якоря 73
6. Ремонт секции обмотки якоря 75
7. Укладка секций в пазы якоря 77
8. Пайка коллектора и задних лобовых соединений 80
9. Намотка постоянных бандажей 82
10. Устранение эллиптичности горловин остова 86
11. Восстановление размеров опорных носиков тяговых двигателей . 90
12. Электроды для заварки подшипниковых щитов и остовов электрических машин 91
13. Основные сведения по разделке и заварке трещин 92
14. Разделка и заварка трещин в остовах электрических машин . . 94
15. Восстановление резьбовых отверстий 95
16. Ремонт катушек главных и дополнительных полюсов 96

Глава VII

Ремонтные работы, выполняемые одновременно с пропиткой

1. Общие сведения 102
2. Ремонт подшипниковых щитов 102
3. Ремонт щеткодержателей 104
4. Ремонт кронштейнов щеткодержателей 109
5. Ремонт подшипников 112
6. Ремонт подшипников скольжения 118
7. Ремонт люковых крышек 124

Глава VIII

Пропитка и компаундирование обмоток

1. Цель пропитки и компаундирования 126
2. Материалы, применяемые при пропитке и компаундировании . . 128
3. Подготовка лаков к пропитке и проверка их качества 132
4. Оборудование пропиточной 134
5. Предварительная сушка 140
6. Пропитка и сушка после пропитки 142
7. Компаундирование катушек 145
8. Окраска катушек покровным лаком 146

Глава IX

Ремонтные работы, выполняемые после пропитки

1. Общие сведения 147
2. Обточка коллектора 147
3. Продорожка коллектора 150
4. Подбор и насадка вентилятора тягового двигателя 154
5. Балансировка якорей 156
6. Ремонт остова 161

Глава X

Сборка электрических машин

1. Сборка тяговых двигателей 163
2. Сборка мотор-генератора 168
3. Сборка делителя напряжения и генератора тока управления . . 170
4. Сборка двигателей компрессоров и вентиляторов 173

Глава XI

Ремонт компрессоров

1. Общие сведения 175
2. Дефектировка и ремонт цилиндровых втулок 175
3. Ремонт поршней 176
4. Ремонт и изготовление поршневых пальцев 177
5. Ремонт шатунов 177
6. Ремонт коленчатых валов и большой шестерни 178
7. Ремонт подшипников 179
8. Ремонт клапанной коробки и клапанов 179
9. Ремонт корпуса 180
10. Особенности ремонта компрессоров 1КТ и КТ6 180
11. Сборка компрессоров 181

Глава XII

Испытание электрических машин

1. Общие сведения 182
2. Номинальные режимы работы электрических машин 182
3. Программа контрольных испытаний 184
4. Схемы испытания электрических машин 185
5. Стенды для проведения испытаний 193
6. Испытание электрических машин на нагрев 194
7. Проверка скорости вращения и реверсирования при часовом токе 197
8. Проверка электрических машин на повышенную скорость вращения 198
9. Проверка и наладка коммутации электрических машин 198
10. Проверка сопротивления изоляции обмоток 201
11. Проверка электрической прочности изоляции электрических машин 201
12. Определение производительности компрессора 203
13. Оформление результатов испытаний 204

Приложение 1. Основные электроизоляционные материалы, применяемые в тяговых электрических машинах 206
Приложение 2. Примерный график технологического процесса пропиточного ремонта электрических машин при использовании оборотного фонда 210
Приложение 3. График технологического процесса среднего ремонта электрических машин 211
Приложение 4. Основные технические характеристики тяговых двигателей 213
Приложение 5. Основные технические характеристики двигателей для вентиляторов и генераторов управления 214
Приложение 6. Основные технические характеристики двигателей для компрессоров 215
Приложение 7. Основные технические характеристики мотор-генераторов 216
Приложение 8. Основные технические характеристики делителя напряжения ДК-601 217
Приложение 9. Основные технические характеристики компрессоров 217
Приложение 10. Сопротивление обмоток тяговых двигателей и вспомогательных машин . . . . . 218—219
Приложение 11. Данные щеток электрических машин 220
Перечень использованной литературы 221

---

6 р. 30 к.

